

Diviziunea celulară

Reproducerea organismului are la baza sa reproducerea celulară. Perioada ce se derulează între două diviziuni mitotice alcătuiește **ciclul celular** (din gr. „*kyklos*” – cerc). Ciclul celular cuprinde interfaza și diviziunea celulei (fig.1).

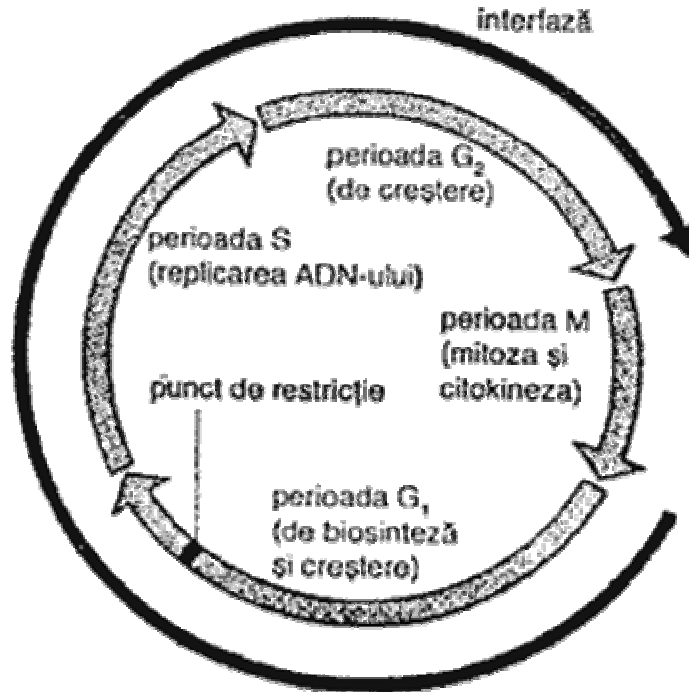


Fig. 1. Schema ciclului celular:

G_1 – perioada presintetică; S – perioada sintetică;

G_2 – perioada postsintetică; M – mitoza.

Interfaza (din gr. „*inter*” – între și gr. „*phasis*” – aspect) reprezintă intervalul dintre două mitoze consecutive. În interfază, celula se pregătește de diviziune, aceasta însă nu înseamnă că ea se află în stare de repaus, dimpotrivă, este cea mai activă din punct de vedere metabolic în ciclul celular, în care au loc o serie de procese esențiale pentru declanșarea diviziunii celulare.

În această etapă a ciclului celular, nucleul reprezintă o structură optic uniformă, cromozomii sunt despiralizați, vizibili fiind doar nucleolii.

Interfaza este formată din trei perioade (subfaze), iar fiecare dintre ele se caracterizează printr-o serie de particularități.

1) Perioada G_1 (presintetică) (din eng. „*G-gop*” – gol).

În perioada G_1 nu se produce sinteza ADN-ului (cantitatea de ADN este $2n$ ($2c$)), dar se sintetizează intensiv ARNm, proteinele, enzimele. În afară de aceasta, în celulă se acumulează ATP, iar numărul de organite celulare crește.

Perioada G_1 constituie 25-50% din timpul interfazei (4-10 ore). La o serie de celule (celulele maligne), plasmodiul mixomicetei (*Fusarium*) poate lipsi.

2) Perioada S (sintetică) (din eng. „*S-synthesis*” – sinteză).

În această perioadă are loc reduplicarea ADN-ului, cantitatea lui variind între $2c$ și $4c$ (după numărul de cromatide). Paralel cu sinteza ARNr continuă sinteza ARNm.

Perioada S ocupă 35-40% (5-8 ore) din interfază. Ea nu poate lipsi în ciclul celular.

3) Perioada G₂ (postsintetică).

În această perioadă continuă sinteza ARN-ului și a proteinelor. Se sintetizează în cantități mari tubulinele, actina și miozina, acestea fiind necesare dividerii celulare.

Perioada G₂ are o durată de 20-35% (3-5 ore) din interfază. După interfază celula se divide.

Reproducerea celulelor asigură creșterea, multiplicarea, diferențierea și regenerarea țesuturilor, iar, în cele din urmă, continuitatea vieții.

Celulele procariote se reproduc ca rezultat al dividerii simple, fie prin strangulație (bacteriile gramnegative), lamelă mediană (bacteriile grampozitive), sau prin înmugurire (la rizobii).

În prealabil, în celula inițială are loc reduplicarea moleculei de ADN cu participarea nemijlocită a plasmalemei, astfel celulele-fiice primesc aceeași informație ereditară localizată în nucleoid.

Celulele eucariote se reproduc pe două căi:

1. prin diviziunea directă (amitoză);
2. prin diviziunea indirectă (cariochineză și citochineză).

Diviziunea directă reprezintă o simplă scindare a nucleului și a citoplasmei, iar diviziunea indirectă are loc în urma unor schimbări ale substanței nucleare. Diviziunea indirectă poate fi:

- a) tipică sau ecvațională (mitoza);
- b) alotipică sau reducțională (meioza);

Amitoza (din gr. „a” – fără, „mitos” – fir, filament) reprezintă diviziunea directă a celulei al cărei nucleu se află în interfază. Amitoza a fost descoperită înaintea mitozei. Ea se întâlnește la majoritatea organismelor eucariote: protozoare, metazoare, plante și este tipică atât pentru animalele nevertebrate, cât și pentru plantele unicelulare.

Amitoza se caracterizează printr-o serie de particularități:

- în această diviziune nu are loc condensarea cromozomilor;
- nu are loc formarea fusului de diviziune;
- inițial se multiplică nucleolii;
- dividerea nucleului are loc prin strangulare;
- după dividerea nucleului nu este obligatorie și dividerea citoplasmei (ca rezultat se obțin celule polinucleare).

Diviziunea amitotică este mai frecventă în celulele din țesuturile patologice sau în celulele bătrâne, care și-au redus capacitatea de diferențiere.

În condiții normale, prin amitoză se multiplică unele dintre foițele embrionare ale animalelor, celulele foliculare ale ovarului, celulele glandelor endocrine și ale ficatului, iar la plante – celulele ovarului, parenchima tuberculelor, edospermul.

Mitoza (din gr. „mitos” – filament) reprezintă diviziunea indirectă a celulelor somatice cu dublarea prealabilă și repartizarea uniformă a numărului de cromozomi (materialul ereditar) în celulele-fiice. Mitoza are loc în celulele ce se află în plină creștere: țesutul embrionar și țesuturile meristemate ale plantelor, organele hematopoetice și

țesuturile epidermice ale animalelor etc. Această diviziune asigură înmulțirea celulelor, creșterea și diferențierea individuală, continuitatea genotipului.

Mitoza a fost descoperită pentru prima dată de **W. Fleming** în 1879. Diviziunea mitotică are loc în celulele-mamă diploide (cu $2n$ cromozomi sau $2c$). În urma diviziunii mitotice, celula se dublează, generând două celule-fiice identice cu celula-mamă (cu $2n$ cromozomi sau $2c$). Ea ocupă circa 10% din ciclul celular. În funcție de specia din care fac parte celulele ce se divid, mitoza poate dura între câteva minute și câteva ore.

Mitoza este alcătuită din 4 faze succesive:

1. Profaza – perioada în care cromozomii devin vizibili în rezultatul spiralizării și condensării. Fiecare cromozom este dublat longitudinal și se evidențiază cele două cromatide răsucite una în jurul celeilalte și unite în regiunea centromerului. Spre sfârșitul profazei, apar centrii mitotici, nucleolii devin mai mici și chiar dispar complet, degradează membrana nucleară.

În concluzie: profaza mitozei se caracterizează prin următoarele procese:

- dublarea centriolilor (încă în interfază) și migrarea lor spre poli celulei;
- condensarea cromatinei și evidențierea cromozomilor;
- degradarea nucleolilor;
- degradarea membranei nucleare (și, ca rezultat, a unei părți din reticulul endoplasmatic rugos);
- formarea fusului de diviziune (în celulele animale fusul de diviziune este radial, în celulele vegetale el este aranjat într-un singur plan);
- amestecul carioplasmei și hialoplasmei (fig. 2a).

Profaza ocupă circa 50% (30 min) din mitoză.

2. Metafaza – etapa în care cromozomii sunt delimitați și se aranjează în regiunea ecuatorului unde formează placa metafazică. Metafaza este stadiul în care se pot stabili, cu deosebită precizie, numărul, forma, mărimea cromozomilor specifici fiecărei specii.

Cromozomii se atașează de centromer cu fibrele fusului de diviziune (pe fiecare fibră câte un cromozom). Cele două cromatide ale fiecărui cromozom sunt așezate una lângă alta și sunt unite în regiunea centromerului. Când metafaza se apropie de sfârșit, centromerii încep să se dividă, iar de fiecare jumătate rămâne prinsă câte o cromatidă.

În metafază poate să continue degradarea membranei nucleare.

Așadar, particularitățile metafazei sunt următoarele:

- aranjarea cromozomilor la ecuatorul celulei;
- formarea plăcii metafazice;
- aranjarea cromozomilor în formă de stea (cu centromerul spre centru);
- fixarea cromozomilor prin intermediul fusului de diviziune (fusul de diviziune este alcătuit din fibrele centriolo-cromozomiale și fibrele centriolo-centriolare) (fig. 2b).

Metafaza alcătuiește circa 13% (8 min) din mitoză.

3. Anafaza constă în clivarea longitudinală a cromozomilor și deplasarea lor (fiecare cromozom este monocromatidic) spre poli opuși ai celulei. Astfel, la poli celulei se formează două seturi de cromozomi cu aceeași constituție genetică ca și nucleul celulei-mamă.

Anafaza durează circa 7% (4 min) din timpul mitozei și se caracterizează prin:

- deplasarea cromatidelor fiecărui cromozom spre polii celulei (viteza deplasării este de 0,2-5,0 $\mu\text{m}/\text{min}$);
- aranjarea cromatidelor în timpul deplasării în conformitate cu poziția centromerului (fig. 2c).

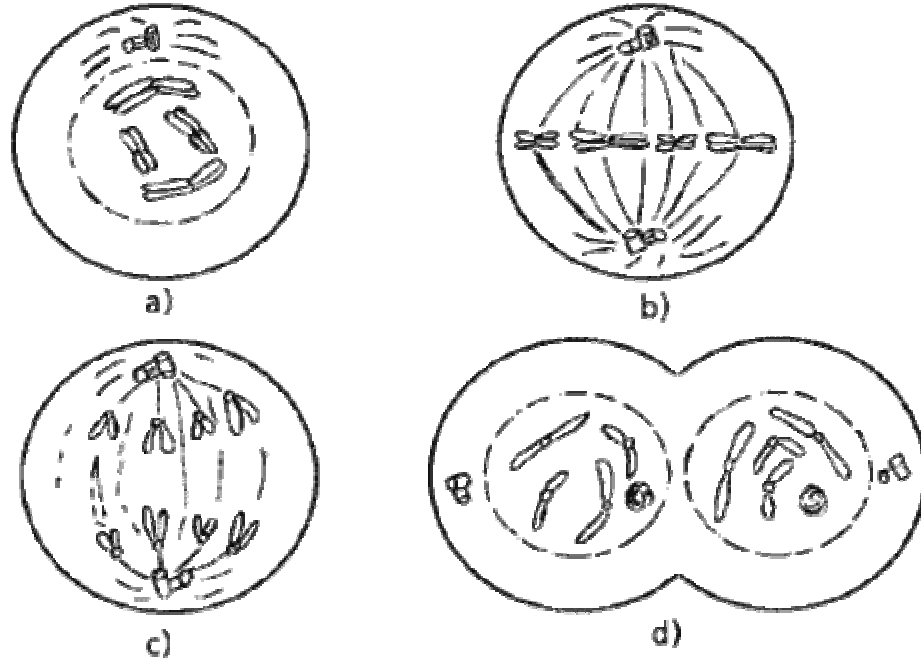


Fig 2. Diviziunea mitotică în celula animală:

a) profaza; b) metafaza; c) anafaza; d) telofaza.

Există diferite opinii referitoare la natura forțelor care mobilizează cromozomii monocromatidici (cromatidele) spre polii celulei.

Conform ipotezei biochimice, deplasarea cromozomilor, la desprinderea lor de centromer, are loc datorită polimerizării în apropierea centriolilor a tubulinei (proteina contractilă) fusului de diviziune și depolimerizării în regiunea centromerilor (chinetocorului).

Conform ipotezei fiziologice, deplasarea cromatidelor este rezultatul contracțiilor proteinelor contractile ale microtubulilor (actina și miozina). Ambele ipoteze merită atenție, mai ales că unele celule (celulele plantelor superioare) nu au centrioli.

4. Telofaza se caracterizează prin formarea la fiecare pol al celulei a câte un nucleu separat, care, după despiralizarea cromozomilor, devine optic omogen. Spre sfârșitul telofazei apar nucleolii. Conținutul nucleolilor este similar cu cel al celulei-mamă.

În concluzie: telofaza se caracterizează prin:

- decondensarea cromozomilor;
- formarea unei noi membrane nucleare;
- formarea nucleolilor;
- degradarea fusului de diviziune;
- formarea centrului celular;
- citochineza și formarea a două celule-fiice identice cu celula-mamă (fig.2d).

Citochineza (din gr. „*kytos*” – cavitate, „*kinesis*” – mișcare) reprezintă dividerea citoplasmei cu tot ansamblul de constituenți citoplasmatici și ai membranei celulare. Organitele celulare se repartizează într-o măsură mai mare sau mai mică între celulele-fiice. Mecanismul citochinezei diferă la plante și animale. La plante citochineza are loc prin formarea fragmoplastului (a lamelei mediane) în regiunea ecuatorului, cu extinderea ulterioară spre periferie (se presupune că fragmoplastul derivă din tubulii fusului de diviziune și decurge cu participarea aparatului Golgi), iar la animale – prin strangulare (de regulă, în regiunea centrală și orientată spre centru).

În rezultatul mitozei, dintr-o celulă somatică (diploidă-2n) se formează două celule-fiice, în mare măsură asemănătoare între ele și cu celula-mamă (sunt de asemenea diploide-2n).

După gradul de asemănare dintre celulele-fiice și celula-mamă, deosebim următoarele forme de mitoză:

- 1) *mitoza homotipică* – celulele-fiice se aseamănă între ele, dar sunt mai mature ca celula-mamă (este caracteristică celulelor în diferențiere);
- 2) *mitoza homoheterotipică* (sau asimetrică) – o celulă-fiică se aseamănă cu celula-mamă, iar cealaltă diferă;
- 3) *mitoza de diferențiere* (sau întinerire) – celulele-fiice sunt mai tinere decât celula-mamă (este caracteristică limfocitelor).

Celulelor somatice le sunt caracteristice următoarele **variații ale mitozei**:

1. **Ortomitoza** – centrul de formare a microtubulilor se află în citoplasmă. La rândul său, ortomitoza se poate diviza în:
 - a) *ortomitoză deschisă* (sau mitoză obișnuită);
 - b) *ortomitoză semideschisă* – se păstrează membrana nucleară, cu excepția zonelor polare (este caracteristică unor alge roșii, brune, verzi, unor ciuperci);
 - c) *ortomitoza închisă* – membrana nucleară se păstrează intactă. Fusul de diviziune se formează în nucleu. Se întâlnește la unele infuzorii (dividerea micronucleelor).
2. **Pleuromitoza** – nu se distruge membrana nucleară, iar la formarea fusului de diviziune nu participă centriolii, ci structurile din partea internă a membranei nucleare (plăcile centriolare). Se întâlnește la protozoare, la unele ciuperci (hitridiomycete, oomicete, zigomicete, ascomicete).
3. **Criptomitoza** – nu se formează placa metafazică. Se întâlnește la unele ciuperci inferioare, la protozoare.
4. **Criptopleuromitoza** – formă intermediară cu trăsături caracteristice de criptomitoză și pleuromitoză.
5. **Mitoza euglenoidală** – nu se formează fusul de diviziune.
6. **Mitoza infuzorială** – macronucleul se divide amitotic, iar micronucleul – mitotic.
7. **Endomitoza** – are loc mărirea cantității de ADN, ca urmare a condensării mitotice a cromozomilor și a poliploidizării. Cauza endomitozei este dereglarea activității fusului de diviziune. Se întâlnește la păduchii de apă.
8. **Politenia** – are loc mărirea dimensiunilor cromozomilor (cromozomii politenici) interfazici ca rezultat al replicării ADN-ului în perioada S. Cromozomii nu sunt

supuși condensării mitotice (nu participă la mitoză). Politenia poate fi observată în celulele glandelor salivare ale dipterelor, în sinergidele cepei, în antipodele grâului.

Asupra mitozei acționează o serie de factori:

1. intracelulari – ce reprezintă raportul nucleo-plasmatic. Odată cu creșterea volumului celulei are loc dividerea nucleului și a citoplasmei. Procesul depinde de amplificarea genelor;
2. intercelulari – ce reprezintă factorii cei mai importanți și sunt rezultatul interdependenței diverselor tipuri de celule (bătrâne și tinere) din țesut;
3. generali – ce reprezintă factorii externi (temperatura, lumina), substanțele chimice (vitamine, hormoni).

Semnificația biologică a mitozei este următoarea:

- 1) asigură constanța numărului de cromozomi (a materialului ereditar) în procesul de dividere a celulelor somatice;
- 2) asigură integritatea structurală a țesuturilor în caz de pierdere a celulelor (substituirea eritrocitelor, a celulelor din epiteliul intestinului etc.);
- 3) asigură creșterea și dezvoltarea organismului pluricelular;
- 4) asigură regenerarea țesuturilor și a organelor.

Meioza (din gr. „*meion*” – mai mic) reprezintă diviziunea indirectă a celulelor germinale (ovocitul și spermatocitul de ordinul I) în zona de maturizare ce formează celulele sexuale (gameți). Meioza a fost descoperită de **E. van Beneden** în 1883 la *Parascaris equorum*.

Formarea gameților este precedată de două diviziuni succesive deosebite:

1. diviziunea reduțională (sau primară, heterotipică, meioza I);
2. diviziunea euațională (sau secundară, homotipică, meioza II).

Ca rezultat al primei diviziuni, dintr-o celulă diploidă ($2n$) se obțin două celule haploide (n). A doua diviziune este echivalentă celei mitotice, iar din cele două celule haploide se obțin 4. În urma unor procese, aceste celule dau naștere gameților.

Meioza este precedată de interfază, în care are loc reduplicarea moleculelor de ADN (4c). Între diviziunea I și II poate exista o perioadă de trecere – interchineza –, dar fără sinteza suplimentară de ADN. Fiecare diviziune este formată din 4 faze succesive (profaza, metafaza, anafaza, telofaza) cu trăsăturile lor specifice (fig. 3.1 și 3.2).

Profaza I se caracterizează prin schimbări profunde cu semnificație genetică deosebită. În mod obișnuit, are o durată mult mai mare decât cea a mitozei. La plante, profaza poate dura până la câteva zile, iar la animale, ea poate dura săptămâni sau chiar ani de zile (la unele mamifere). Acestei faze a meiozei îi sunt caracteristice o serie de modificări ale cromozomilor.

Profaza I este alcătuită din cinci stadii succesive: leptoten, zigoten, pachiten, diploten, diachineză.

În **leptoten** (din gr. „*leptos*” – fin, subțire; „*teino*” – a întinde) se evidențiază cromozomii subțiri, formați din 2 cromatide, fără clivaj longitudinal. Ei se împletesc într-o rețea numită spirem.

În **zigoten** (din gr. „*zigon*” – cuplu) are loc împerecherea cromozomilor omologi (unul matern și unul patern) pe axul longitudinal în procesul sinapsei. Perechile de

cromozomi omologi formează bivalenții descoperiți de **T. H. Montgomery** (1901) și **W. S. Sutton** (1902).

Conjugarea cromozomilor are loc treptat dintr-un anumit punct și se extinde asemenea unui fermoar. În acest caz, locii omologi corespund. Dacă cei doi cromozomi din bivalent nu sunt identici, conjugarea are loc doar între porțiunile omoloage. Se presupune că forțele care determină conjugarea sunt de natură electrostatică sau hidrodinamică.

Formarea sinapsei este caracteristică numai meiozei. În zigoten are loc începutul sinapsei, care degradează în diploten.

Complexul sinaptonemal (sinaptonul) este o structură axială tripartită:

- un element central (10-40 nm) situat de-a lungul celor doi cromozomi omologi conjugăți;
- două elemente laterale (30-40 nm), câte unul pentru fiecare cromozom omolog;
- zona centrală (de 60-120 nm).

Sinaptonul are o mărime de 120-240 nm, iar la suprafață este înconjurat de fibre radiare care contactează cu membrana nucleară.

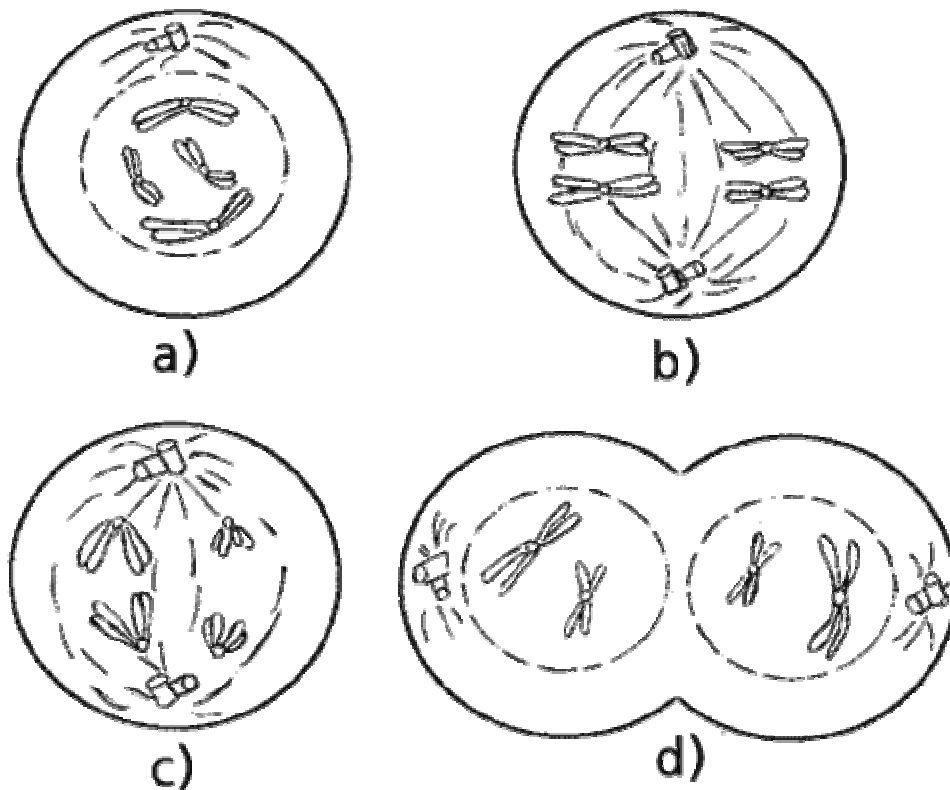


Fig. 3.1. Meioza. Diviziunea reduțională:

a) profaza I; b) metafaza I; c) anafaza I; d) telofaza I.

Funcția sinaptonului este de a menține cromozomii conjugăți și de a asigura formarea chiasmelor (punctul de contact dintre cromozomii omologi) și a crossing-overului. În zigoten se sintetizează o mică cantitate de ADN (0,3% z-ADN).

În **pachiten** (din gr. „*pachys*” – gros) are loc condensarea și spiralizarea cromozomilor în procesul sinapsei. Cei doi cromozomi omologi formează o figură tetracromatidică, numită **tetradă**. Între cromatidele omoloage nesurori se evidențiază punctele de contact (chiasmele), considerate drept expresie citologică a crossing-overului.

Crossing-overul reprezintă schimbul de segmente dintre cromatidele nefiice ale cromozomilor omologi.

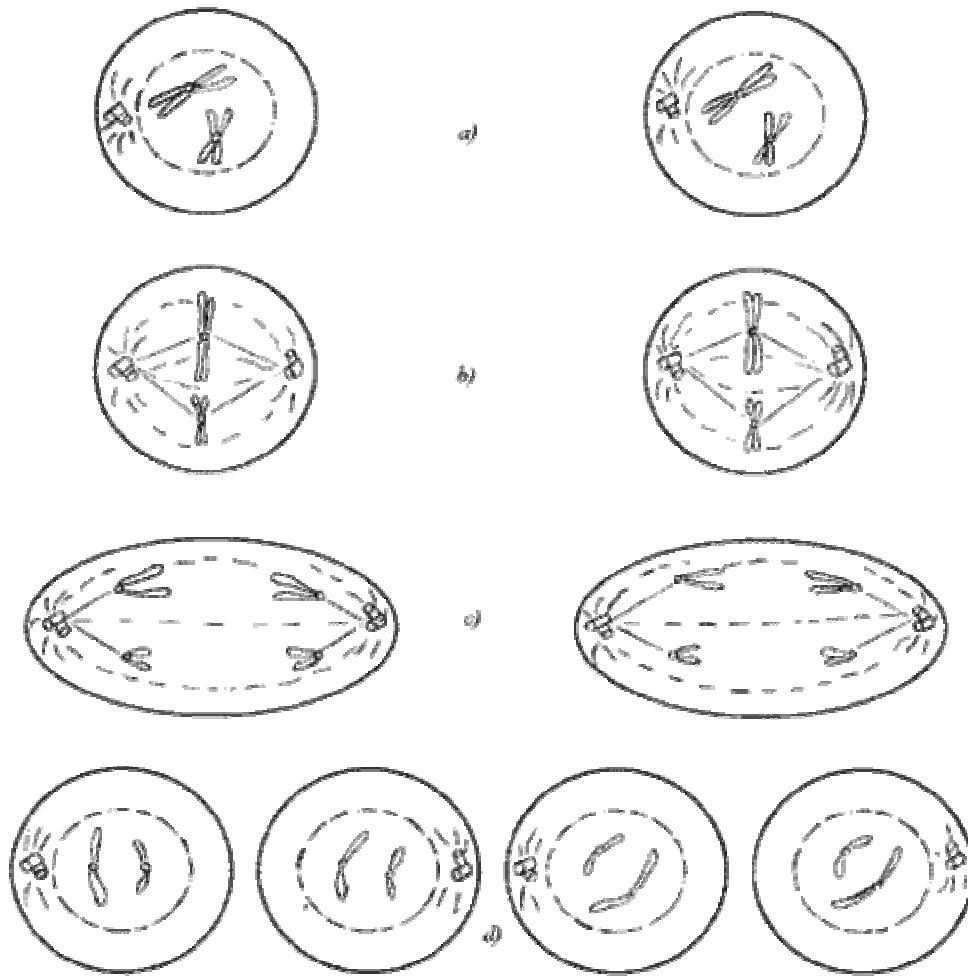


Fig. 3.2. Meioza. Diviziunea ecuatorială:

a) profaza II; b) metafaza II; c) anafaza II; d) telofaza II

În pachiten continuă sinteza unei cantități mici de ADN (0,1% p-ADN). De asemenea, poate avea loc activizarea capacității de transcriere a cromozomilor și formarea cromozomilor „perle de lampă”.

În **diploten** (din gr. „*diploos*” – dublu) are loc clivajul cromozomilor pe toată lungimea lor și respingerea cromatidelor cromozomilor omologi. Acest proces începe în regiunea centromerului.

Cromozomii omologi (formați din 4 cromatide – 4 c) mai sunt uniți prin chiasme. Prezența chiasmelor este dovada crossing-overul. Spre sfârșitul diplotenului, sinaptonul se descompune, iar nucleolii se reduc în dimensiuni.

În **diachineză** (din gr. „*de*” – prin, de-a curmezișul; „*kinesis*” – mișcare) îngroșarea cromozomilor este maximă. Cromozomii sunt uniți doar prin câteva chiasme. Spre sfârșitul diachinezii, nucleolii și membrana nucleară dispar, începe fusul de diviziune.

Metafaza I se caracterizează prin dispariția membranei nucleare și formarea fusului de diviziune. Cromozomii bivalenți se îndreaptă spre ecuatorul celulei formând placa metafazică. Cromozomii din perechi au o poziție simetrică: unul este orientat spre un pol, iar altul spre celălalt pol. Fibrele fusului de diviziune se fixează de cromozomii din bivalent.

Între cei doi centromeri ai bivalentului are loc o respingere activă ceea ce duce la îndepărtarea cromozomilor omologi.

Anafaza I se caracterizează prin deplasarea spre polii celulei a câte un cromozom (din două cromatide) din fiecare bivalent. Cromatidele cromozomului se deplasează perechi, deoarece nu s-a produs diviziunea centromerului. În rezultat, la polii celulei are loc reducerea numărului de cromozomi de la $2n$ la n (de la $4c$ la $2c$).

Telofaza I se caracterizează prin formarea a două nuclee haploide (n), iar fiecare cromozom conține două cromatide ($2c$). Nucleele își restabilesc structura, apare membrana nucleară, urmează citochineza. În rezultat, se obține o diadă (două celule-fiice).

După telofaza I urmează interfaza (interchineza), dar ea nu este obligatorie (la unele organisme poate să lipsească chiar și telofaza I, anafaza I fiind urmată de a doua diviziune meiotică).

După interchineză (în care numărul de cromozomi nu se schimbă) urmează a doua diviziune meiotică – diviziunea ecuatorială sau homotipică.

Diviziunea ecuatorială se aseamănă cu cea mitotică, însă se divid două celule haploide (fiecare cromozom constă din două cromatide – $2c$), care formează 4 celule haploide, cromozomii fiind alcătuiți dintr-o cromatidă – $1c$.

Această diviziune se derulează, de asemenea, în 4 faze: profaza II, metafaza II, anafaza II, telofaza II.

În **profaza II** are loc condensarea cromozomilor, degradarea nucleolilor și a membranei nucleare. Începe fusul de diviziune. Această fază lipsește la organismele care nu au trecut prin telofaza I și prin interchineză.

În **metafaza II** se termină formarea fusului de diviziune. Cromozomii se aranjează la ecuator, formând placa metafazică. Ei sunt fixați de fibrele fusului de diviziune în regiunea centromerului.

În **anafaza II** cromatidele-surori ale fiecărui cromozom se despart și se îndreaptă spre polii celulei.

În **telofaza II** cromozomii, ajunși la cei doi poli, se despiralizează. Pe parcursul acestei faze se restabilesc nucleele, apare membrana celulară și patru celule haploide (numărul de cromozomi monocromatidici este de două ori mai mic decât în celula-mamă). Aceste patru celule alcătuiesc o tetradă și sunt precursorii gameților. La animale ele se numesc spermatozoide (la masculi) și megaspori (la femele).

Celulele obținute în rezultatul meiozei au o evoluție diferită. La masculi, toate cele patru celule vor deveni gameți-masculi sau – spori în consecința procesului de spermatogeneză (sau microsporogeneză). La femele, trei dintre cele patru celule avortează, transformându-se în nuclee polare, iar cea de-a patra celulă se transformă în gamet-femelă.

La plante, două dintre celulele tetradei (uneori toate patru) participă la formarea sacului embrionar, în care are loc formarea ovulului, a sinergidelor, a celulelor-antipod și a celulelor diploide centrale.

În concluzie: diferitor grupe de organisme le sunt caracteristice diverse tipuri de meioză:

1. *meioza gametică* (sau terminală) – în rezultatul meiozei apar spermatozoizi și ovule care nu se divizează ulterior și sunt apte de fecundație (se întâlnesc la animalele superioare);
2. *meioza zigotică* (sau inițială) – în rezultatul meiozei apar celule vegetale cu un număr haploid de cromozomi (se întâlnesc la alge și ciuperci);

3. *meioza sporală* (sau intermediară) – în rezultatul meiozei se formează mega- sau microspori haploizi, la dividerea ulterioară a cărora se formează gameți. Este o parte componentă a procesului general de sporogeneză (se întâlnește la plantele superioare).

Din cele menționate anterior se impune concluzia că meioza și mitoză se deosebesc esențial (urmăriți tabelul 1).

Semnificația biologică a meiozei este următoarea:

- Asigură constanța numărului de cromozomi în cadrul reproducerii sexuate, micșorând de două ori numărul lor în celulele sexuale. În urma fecundației, în zigot, se restabilește de fiecare dată numărul diploid de cromozomi. În lipsa acestui proces, ar fi pusă în pericol însăși existența speciei. De exemplu, la căsătoria unei femei cu un bărbat (ambii având câte 46 de cromozomi) copiii ar avea câte 92 de cromozomi, iar nepoții – câte 184 ș.a.m.d. până se va ajunge la infinit? Și invers, în acest caz părinții tinerilor căsătoriți ar fi trebuit să aibă câte 23 de cromozomi fiecare, iar bunei – câte 12,5 cromozomi...? E bine cunoscut însă faptul că numărul de cromozomi este stabil pentru fiecare specie, această însușire fiind determinată anume de meioză.
- Asigură diversitatea (heterogenitatea) genetică ca rezultat al crossing-overului. Astfel, populațiile organismelor devin mai heterogene și, evident, se pot adapta mai ușor la condițiile mediului.

Tabelul 1

Deosebirile dintre mitoză și meioză

	Mitoza	Meioza
1	Este caracteristică celulelor somatice.	Este caracteristică celulelor germinale.
2	În rezultatul dividerii se obțin două celule diploide.	În consecința dividerii se obțin patru celule haploide.
3	Este compusă dintr-o singură diviziune.	Este compusă din două diviziuni succesive.
4	Profaza este de scurtă durată.	Profaza are o durată lungă (în comparație cu cea a mitozei) și este alcătuită din 5 stadii succesive.
5	Cromozomii omologi nu formează organizat bivalenți.	Cromozomii omologi în profaza I formează bivalenți.
6	Nu se formează sinapsa (complexul sinaptonemal).	În profaza I se formează sinaptonul.
7	De regulă, nu apar chiasme și nu are loc crossing-overul.	În profaza I are loc (cu o frecvență destul de înaltă) crossing-overul.
8	În profază nu se sintetizează suplimentar ADN.	În profază se poate sintetiza suplimentar o mică cantitate de ADN (0,3% z ADN și 0,1% p ADN).
9	În anafază spre poli migrează câte o cromatidă din fiecare cromozom.	În anafaza I spre poli migrează câte un cromozom din fiecare bivalent.