

Тақырыбы: « *Генетикалық материалдың рекомбинациясы* »

Орындаған: _____

Топ: _____

Тексерген: _____

Астана қаласы, 2018 жыл

- **Жоспары:**

- **I. Кіріспе.**

- **II. Негізгі бөлімі:**

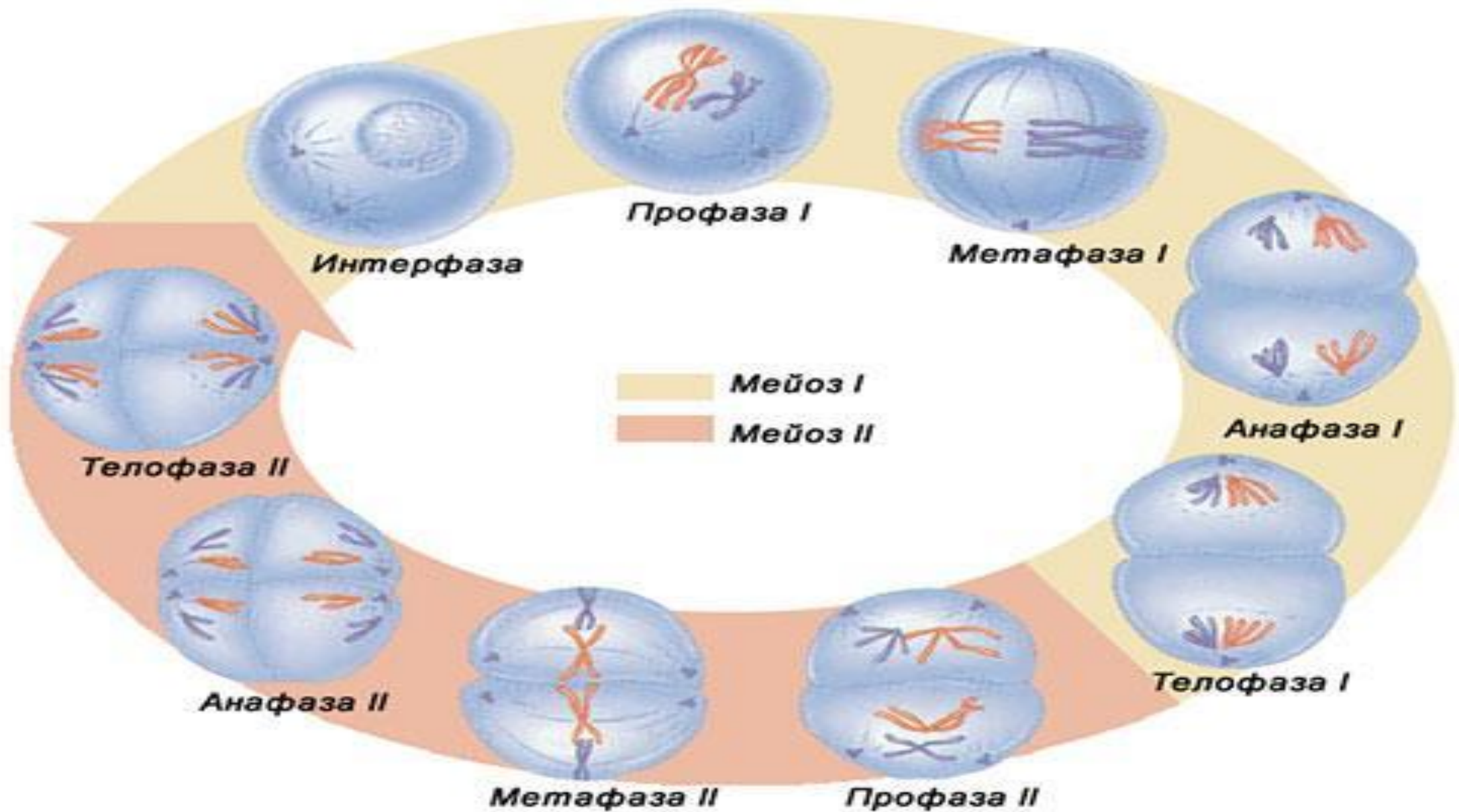
- Мейоз туралы жалпы түсінік
- Генетикалық рекомбинация түсінігі және мейоздағы мәні
- Мейоздың биологиялық маңызы
- Мейоз процесінде тұқым құалаушылық материалының өзгеруі
- Митоз бен мейоздың арасындағы ұқсастық пен айырмашылық

- **III. Қорытынды.**

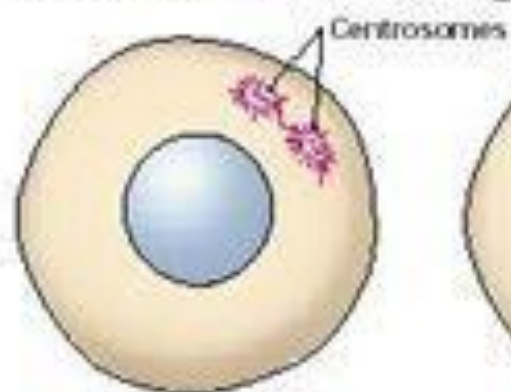
- **Пайдаланылған әдебиеттер.**

- Мейоз-бұл жыныс жасушасының бөлінуі және диплоидты хромосома саны гаплоидтыға төмендейді.
- Мейоздың жалпы үлгісі: жасушада бір рет хромосоманың екі еселенуі /ДНК-репликация/, бөліну 2-і циклдан тұрады:
- 1-ші және 2-ші мейозды бөліну нәтижесінде бір диплоидты жасушадан төрт гаплоидты жасуша түзіледі.
- Жасушаның бөліну фазалары: интерфаза, профаза, метафаза, анафаза, телофаза және бөлінуден кейін тағы да интерфаза.
- Кроссинговер – гомологиялық хромосомалар арасында бөліктердің алмасуы, бірінші мейозды бөлінудің профазасында жүреді (профаза I), оның келесі этаптары бар: лептотена, зиготена, пахитена, диплотена, диакинез
- *Лептотена* фазасында хромосома конденсациясы жүреді, олар ақуызды жіп және ұзын жұқа талшық түзеді. Әрбір хромосома екі соңымен ядро мембранасына бекінеді, сонымен қатар хроматидтен тұрады.
- *Зиготена* синапсисадан, екі гомологтың тығыз конъюгациясынан басталады. Гомологтар конъюгациясынан кейін, олардың ақуызды жіптері жақындап синаптонемальді комплексті түзеді. Конъюгация процесі хромосоманың бірнеше нүктесінен басталады және ұзынан бойлай қосылады. Гомологты хромосоманың конъюгацияға ұшыраған жұптары бивалент деп аталады.

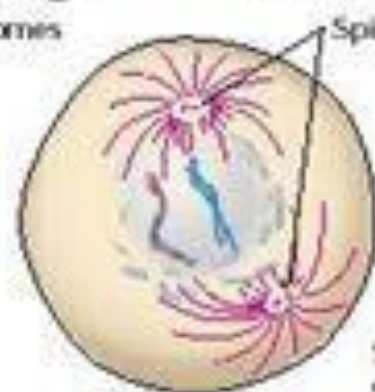
- *Пахитена.* Син.комплекс кроссинговерге ұшырайды және алғашқы әртүрлі хроматидтер арасында, бөліктердің алмасуы жүреді. Гендер бір хромосомадан басқа хромосомаға ауысады және жаңа генді комбинация басталады.
- *Диплотенада*— синаптонемальді комплекс ыдырайды. Гомологты хромосомалардың биваленттері бір-бірінен ажырайды, бірақта олар кроссинговер жүрген жерде өзара хиазмамен байланысады. Аталық жыныс жасушасында хиазма саны 60-70, ал аналық жасушада -100-ге жуық.
- *Диакинез.* Центромера және хиазмамен байланысқан гомологты хромосома хроматидтері бір-бірін итеруі әрі қарай жүреді. Хромосома соңы ядро мембранасынан ажырайды. Диакинез кезеңінде ядро қабықшасы, ядрошық жойылады



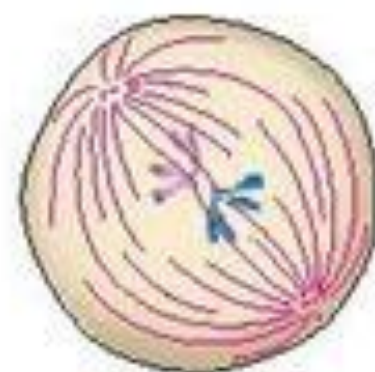
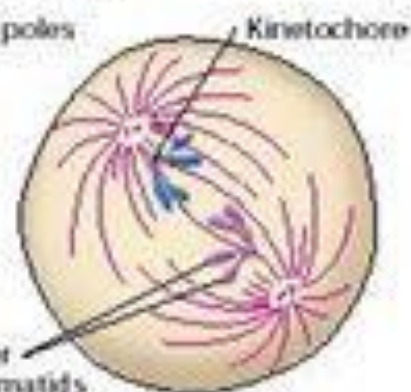
Интерфаза (G_2)



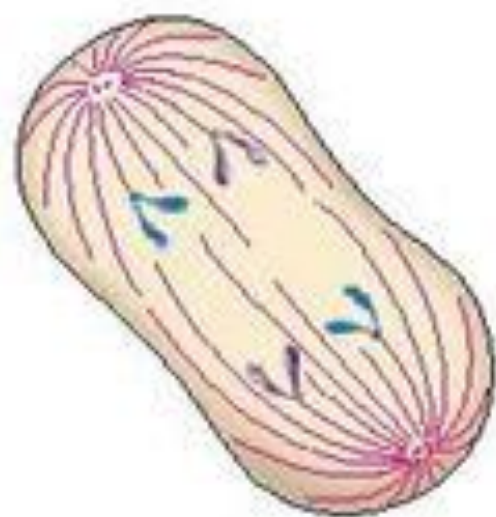
Профаза



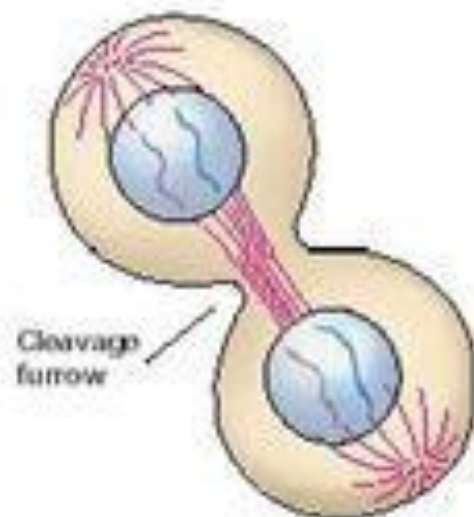
Метафаза



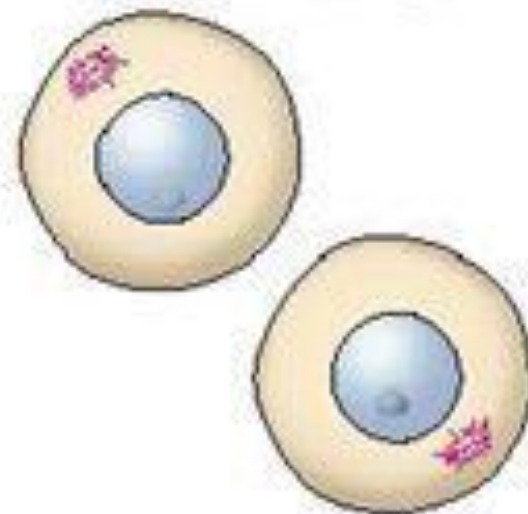
Анафаза



Телофаза



Интерфаза (G_2)



Жыныс клеткалары даму процесінде бір ізді екі бөлінуден тұратын мейозға ұшырайды:

Оның біріншісі кәдімгі хромосома санын екі есе азайтатын редукциялық (диплоидты клеткалар гаплоидты эквациалық (теңестіруші) бөліну, бұл кезде клеткалар хромосомаларының гаплоидты жиынтығын сақтайды. Мейоз циклі бір ізді бірқатар фазадан тұрады, ол кезде хромосомалар заңды өзгерістерге ұшырайды. Бірінші бөлінуде қатысты фазаларды I рим цифрымен белгілеу, екінші бөлінудің фазаларын II рим цифрымен төмендегідей белгілеу қабылданған:

СХЕМА МЕЙОЗА



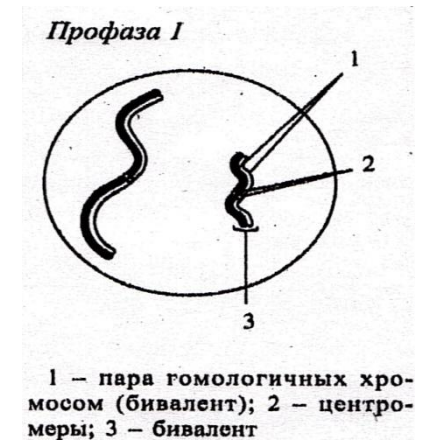
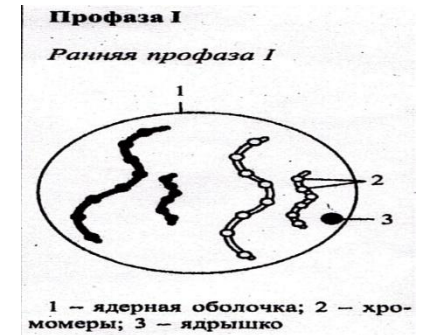
Мейоздың бірінші бөлінуі (мейоз I)

Бұл ең ұзақ және күрделі фаза, оны жиі бес кезеңге бөледі: лептотена, зиготена, пахитена, диплотена және диакинез.

1. Лептотена (жұқа жіпшелер кезеңі). Спирализация процесінде хроматин жіпшелері қысқарып, қалыңдайды. Бірақ олардың спирализация дәрежесі төмен, митозға қарағанда. Хромасомаларында қалыңдаулар байқалады – хромомерлер. Бұл жерде хромасомды материалдың спиральдануы күштірек. Әлсіз спиралденген учакелерде РНҚ синтездеуін жалғастырып келеді. Хромасомалар екі хроматидалардан тұрады, олар центромермен байланысқан, бірақ осы кезеңде олар бірігіп болып көрінеді. Ядроның формуласы – $2n4c$.

2. Зиготена (гомологиялық хромасомалардың жұптасып қосылу кезеңі). Гомологиялық, яғни мөлшері мен формасы бірдей, хромасомалар, олардың біреуі «аталық», ал екіншісі «аналық», жақындасып, ұзына бойы қосылады, арнайы ақуыздар арқылы бекініп тұрады. Бұл процесті конъюгация деп аталады. Конъюгацияланған хромасомдар жұбы, әрқайсысы екі хроматидалардан тұрады, бивалентті деп аталады, немесе тетрада. Ядрода жұп гаплоидты хромасома бар, немесе бивалентті. Бұл уақытта ДНҚ репликациясы аяқталады. Ядроның формуласы – $1n4c$.

3. Пахитена (толық жіпшелер кезеңі). Гомологиялық хромасомалар конъюгация жағдайында ұзақ уақыт болады, бір бірімен тығыз байланысып. Биваленттің кейбір жерінде әртүрлі гомологтарға ие хроматидалар қосылып, ажырайды. Хроматидалардың ажырауының қалпына келу процесінде гомологиялық хромасомалар сәйкес учаскелермен алмасады. Осындай учакелермен алмасуды кроссинговер деп атайды. Кроссинговер бірнеше учаскелерде өтуі мүмкін, жынысты жасушалардың тұқым қуалаушылық ақпараттың рекомбинациясының жоғары дәрежесін қамтамасыз етеді. Ядросының формуласы - $1n4c$.



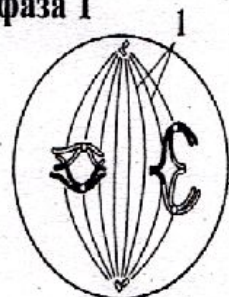
4. Диплотена (екіге бөлінген жіпшелер кезеңі).

Гомологиялық хромосома, бивалентті құрайтын, бір бірінен тебісе бастады, бірақ кроссинговер болып жатқан учаскеде олар бірігіп тұр. Бұл учаскелерді хиазма деп атайды. Бұл кезеңде хромосомалардың екі хроматиді бар екені жақсы көрініп тұр. Ядроның формуласы- $1n4c$.

5. Диакинез (гомологиялық хромосомалардың тебілісу кезеңі). Гомологиялық хромосомалардың тебілісуі жалғастырылып келеді, бірақ олар әлі хиазмамен қоршалған. Хиазмалардың мөлшері конфигурацияны анықтайды. Қиылысқан түрі хиазмасы бар биваленттерге тән, сақиналы түрі екі хиазмасы бар биваленттерге тән. Бұл кезеңде хромосомалар максималді спиральденген, қысқарған, қалыңдаған. РНҚ синтезі тоқтатылады. Ядроның формуласы – $1n4c$.



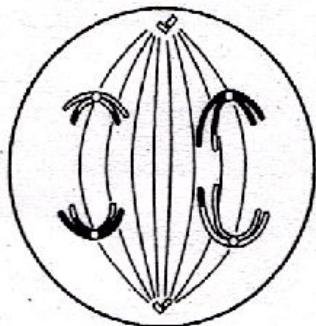
Метафаза I



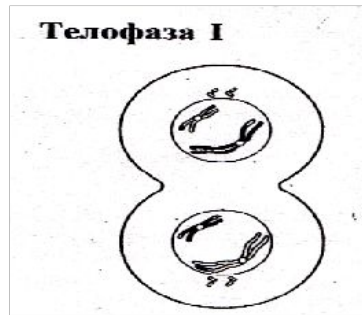
1 – нити веретена

Биваленттер экватор жазықтығында орналасады және метафазды пластинканы құрайды. Хиазма әлі сақталады. Веретеннің бөліну түзілісі аяқталады, гомологиялық хромасоманың әр жұбының центромері веретеннің жіпшесімен байланысады, бір полюстен ғана келеді. Ядроның формуласы – $1n4c$.

Анафаза I



Биваленттердегі гомологиялық хромасомалардың арасындағы байланыс әлсірейді. Веретеннің жіпшелері АТФ энергиясының әсерінен қысқарады. Бивалент жеңіл екі хромосомаға бөлінеді, өйткені қыздық хроматидалар тек орталық учакеде байланысады. Центромерлер бөлінбейді, хромасомалардың хроматидаға айналуы болмайды. Кроссенговердің әсерінен хроматидалар идентикалық емес, мейоздың басындағыдай. Бір біріне байланыссыз жасушалар полюстерге өтеді. Анафаза I соңында екі хроматидті хромасоманың тәуелсіз және біркелкі бөлінуінің арқасында әр полюстегі жасушалардың гаплоидтылығы түзіледі. Ядроның формуласы – $2n4c$.



Хромасомалар деспирализацияланады, олардың айналасында ядролық қабат пайда болады. Қайтадан ядрошық пайда болады, ақуыздың синтезі жаңарады. Цитокинез аяқталғаннан кейін екі жасуша түзіледі, ядроларында гаплоидты хромасомалары және ДНҚ мөлшерінің екі еселенуі бар, өйткені әр хромосома екі хроматидадан тұрады. Хромасоманың сандық редуциясы аяқталды. Ядроның формуласы – $1n2c$.

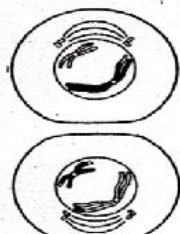
ИНТЕРФАЗА II

Жиі тек жануарлардың жасушаларында кездеседі. Синтетикалық кезеңі жоқ, ДНҚ репликациясы болмайды.

МЕЙОЗДЫҢ ЕКІНШІ БӨЛІНУІ (МЕЙОЗ II)

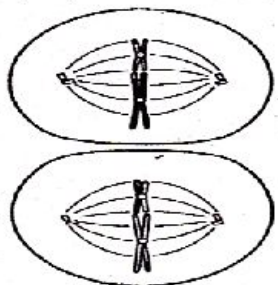
Мейоздың екінші бөлінуде болатын процестер механизміне байланысты митозға ұқсайды, бірақ оған гаплоидты хромасомалар енуімен ерекшеленеді. Осы бөлінудің нәтижесінде n екі хроматидті хромасомасы ($1n2c$) n бір хроматидті хромасоманы түзеді ($1n1c$). Бұл бөлінуді *эквационды* деп атайды. Ол біріншіге қарағанда тез жүреді, бірнеше сағатта өтеді.

Профаза II
(профаза второго деления мейоза)



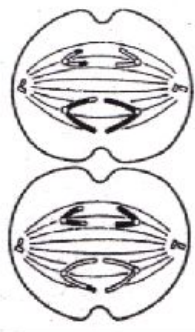
Ядрошық және ядролы қабықша бұзылады. Центриолдер жасушаның полюстеріне орналасады, бөліну веретеносы түзіледі. Хроматинді жіпшелер спиралденеді. Ядроның формуласы – $1n2c$.

Метафаза II



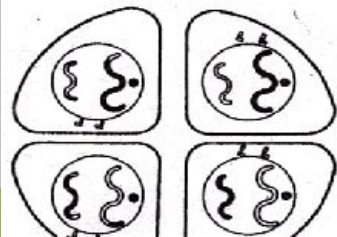
Екі хроматидті хромасомалар бір біріне тәуелсіз экватордың жазықтығына орналасады. Веретеноның бөлінуі аяқталады, әр хромасоманың центромері жасушаның екі полюсімен веретеноның жіпшесімен байланысады. Ядроның формуласы – $1n2c$.

Анафаза II



Центромерлер бөлінеді. Бір бірінен ажыратылған хроматиндерді веретенаның жіпшелері қарама қарсы полюстерге бөледі. Енді оларды қыздық хромасомалар деп атайды. Ядроның формуласы – $2n2c$.

Телофаза II



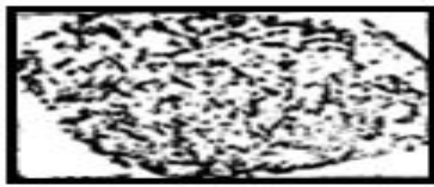
Бір хроматидті хромасомалар деспирализденеді. Ядролық қабықша мен ядрошық қайталап қалпына келеді. Цитокинездің нәтижесінде гаплоидты бір хроматидті хромасомалы төрт қыздық жасушалар пайда болады. *Хромасоманың сапалы редуциясы аяқталды.* Ядроның формуласы – $1n1c$.

Генетикалық рекомбинация — бір торшаны екі түрлі вируспен зақымдағанда болатын будандасу. Генетикалық рекомбинация нәтижесінде аналық вирустарда жоқ мәліметтер жинағы жазылған ұрпақ геном пайда болады. Вирустарда бұл байланыс екі түрлі әдіспен өтеді: молекулалар алмасуы және ген алмасуы. Молекула алмасуда нуклеин қышқылының бөлшектері алмасады, мұнда ковалентті байланыс үзілмейді (мысалы, грипп вирусындағы РНҚ үзінділерінің алмасуы).

Ген алмасуында нуклеин қышқылының ковалентті жалғаулары үзіліп қайта қосылады. Бұл жағдайда екі геном бірімен бірі араласып кетсе, жаңа ұрпақ геномы пайда болады. Мұндай жағдай екі түрлі вирус бір торшаға кірсе ғана туады. Ген араласу әдісімен үзік геномды вирустар ғана будандасады. Онда екі вирустың геном кесінділері бір бірімен алмасады.

Гомологиялық хромосомалардың өзара ұқсас жерлерімен алмасуы гендердің алмасуын, яғни гендердің рекомбинациясын (латынша «ре»-кейін, «комбинаре»-қосу) қамтамасыз етеді, сөйтіп эволюцияда комбинативтік өзгергіштіктің ролін едәуір арттырады. Үйлескен жаңа белгілері бар организмдердің пайда болу жиілігіне қарап хромосомалардың айқасқандығы жөнінде пікір айтуға болады. Мұндай организмдерді **рекомбинанттар** деп атайды. Кроссинговерге ұшыраған хромосомалары бар гаметалар кроссоверлі деп, ал кроссинговерге ұшырамаған гаметалар кроссоверлі емес гаметалар деп аталады. Осы кроссоверлі гаметалардан пайда болған ұрпақтар кроссоверлер немесе рекомбинанттар деп аталады, ал бірінші кроссоверлі емес гаметаларынан пайда болған кроссоверлі емес немесе **рекомбинантты емес организмдер** деп аталады.

Шыққан тегі әр түрлі (әкесінен және шешесінен) гомологиялық хромосомалар ақ және қара түс. Мысал ретінде гомологиялық емес екі жұп хромосомалары бар ($2n = 4$) клеткалар алайық. Мысалы, гаплопаппус (Наріорарриз ^гасі-Ііз) деген өсімдіктің, астық тұқымдас өсімдіктің ($2n = 6$) және қан сорғыш шыбындардың бір түрінің (Еизіггшііит зесигііогте) хромосомалар саны осындай болады. 11 профаза кезектесіп келетін бірнеше стадиядан тұрады. Лептонома стадиясы кезінде интерфазалық ядроның торлы құрылымы жойылады да, жіңішке жеке жіпшелер көріне бастайды, олар хромосомалар болып табылады. Жарықтық микроскоптан көрінетін жіпшелердің саны диплоидты болады. Лептонома стадиясы кезінде хромосома жіпшелері ең кемі екі еселеніп жұптанған болатыны электрондық микроскоп көмегімен анықталды, бұл жағдай хромосомалардың екі еселенуі интерфаза кезінде болып кеткенін көрсетеді. Бұл фаза кезінде хромосомалардың спиральдануы әлі жеткіліксіз болғандықтан және олардың жартылары біріне-бірі тығыз жанаса орналасқандықтан, хромосомалардың жұптанған табиғаты жарықтық микроскоптан көрінбейді.



Лептонема



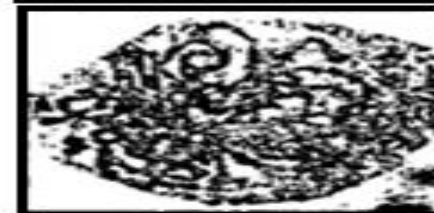
A



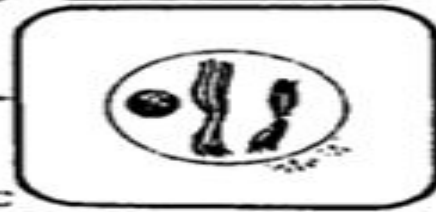
Зигонема



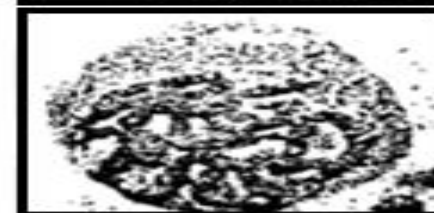
B



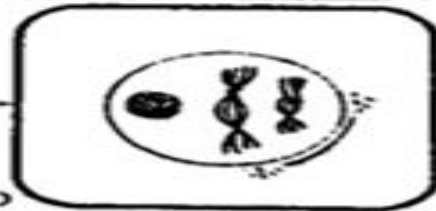
Пахинема



C



Диплонема



D



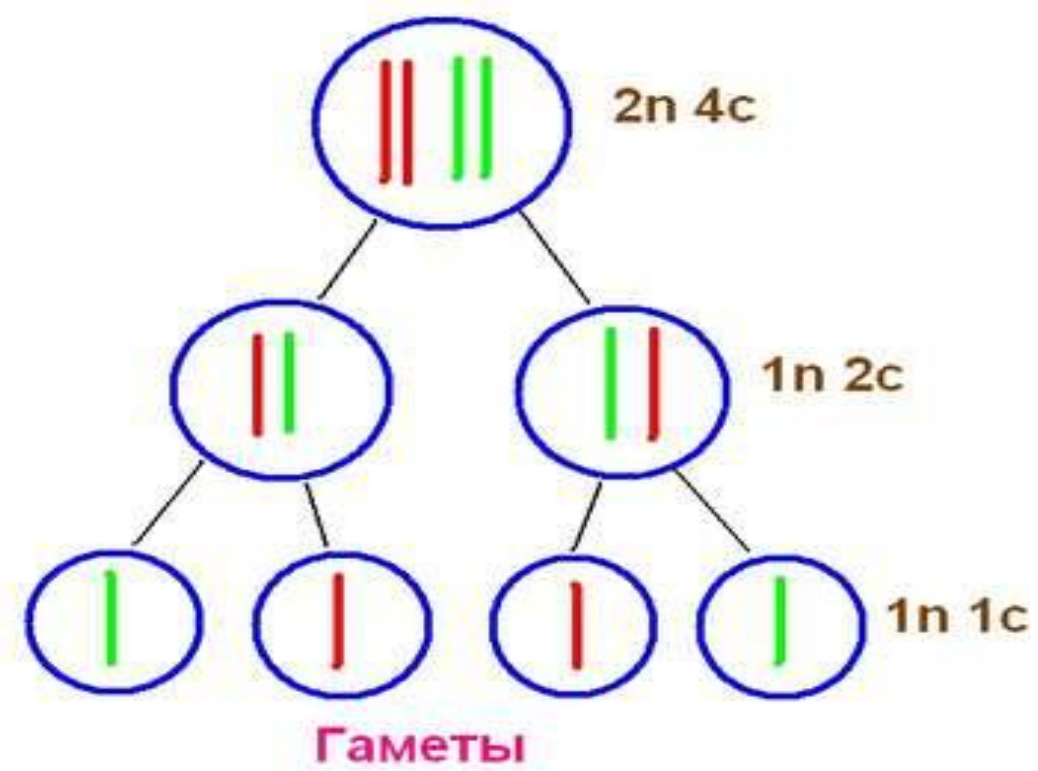
Диакнез



E



Интерфаза 2



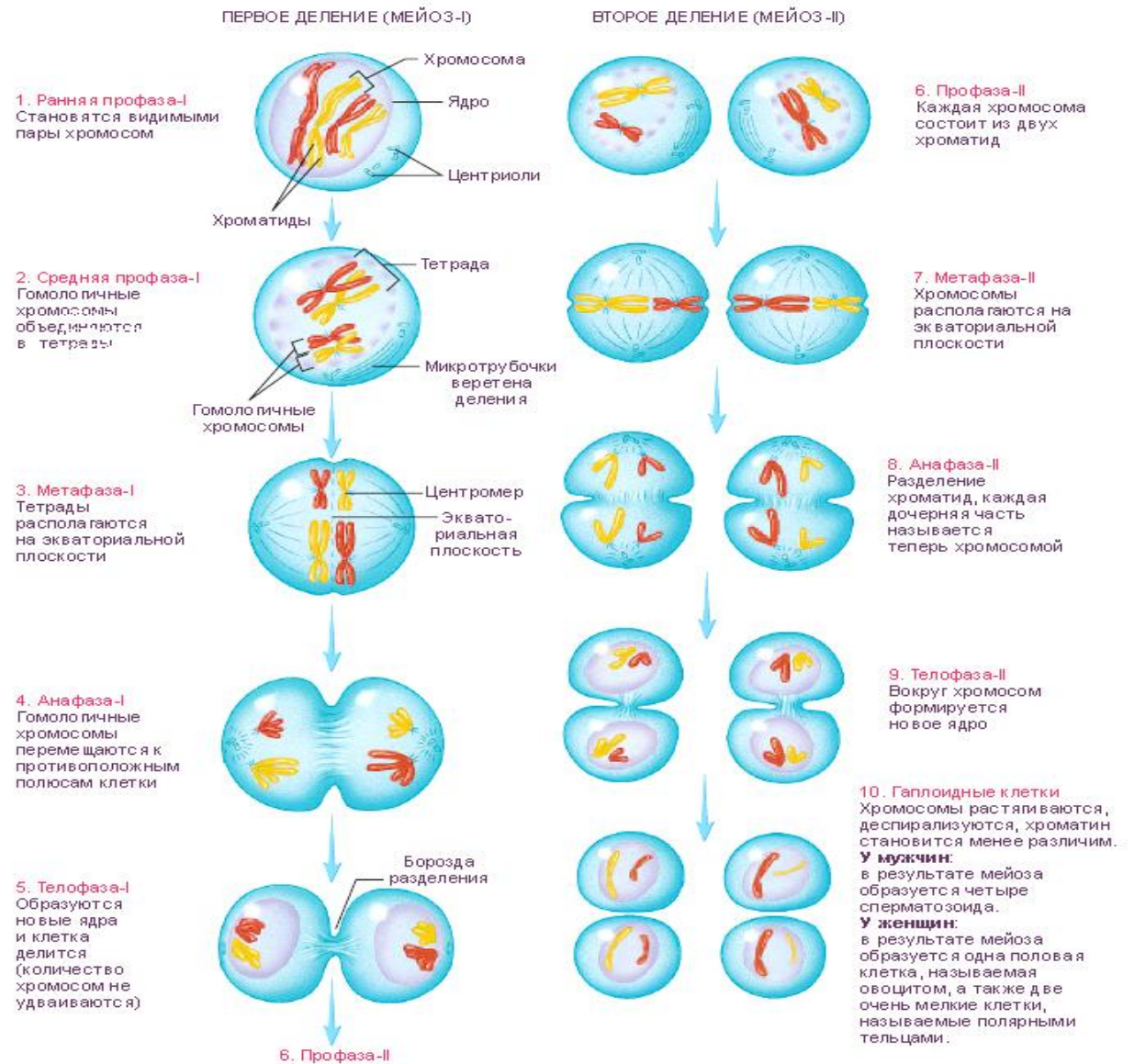
Келесі стадия — зигонемада гомологиялық хромосомалар ұқсас учаскелері арқылы біріне-бірі тартыла бастайды. Олардың жұптанып қосылуы кәбінесе екі шетінен (кейде центромера-лардан) басталады. Жақындасу бір нүктеден басталады да, хромосоманың бүкіл ұзындығына таралады. Гомологиялық хромосомалардың мұндай өзара тартылысын конъюгация немесе синапсис деп атайды. Молекулалық биологияның мәліметтеріне сүйенген қазіргікөзқарастар бойынша, гомологиялық хромосомалар конъюгациясының негізінде алғашқы құрылымдары бірдей ДНК молекулаларының бірін-бірі «тануына» байланысты болады. Зигонемада шағын ғана мөлшерде (0,3%) ДНК синтезделетіні автордиография тәсілімен анықталады; мұндай синтездің нашарлауы хромосомалар конъюгациясының бұзылуына әкеліп соғады, сондықтан синтезделетін ДНК конъюгацияның жүруінде белгілі қызмет атқарады деп болжауға мүмкіндік береді. Хромосомалар конъюгацияланғаннан кейін, олардың түйісіп байланысуы синаптонемальды комплекс деп аталатын субмикроскоптық деңгейде ұсталып тұрылады, бұл өте күрделі, хромосомаларды өзара тартып, оларды бірінен-бірі 100 м қашықтықта ұстап тұрады.

Хромосомалар конъюгациялары аяқталған, ал олардың спиральдануы ары қарай созылуы нәтижесінде хромосомалардың қысқаруы және жуандауы жалғасатын стадия пахинема деп аталады. Гомологиялық хромосомаларда спиральдану процесі бір мезгілде жүреді. Бұл кезде гомологиялық хромосомалардың әрқайсысының жұптанған құрылысы жақсы көрінеді. Мұнда әр хромосома екі сіңлілі хроматидтен тұрады, оларды бір центромера біріктіріп ұстап тұрады. Конъюгацияланған гомологиялық, екі хромосома төрт хроматидтен құралған бивалент түзеді. Гомологиялық екі хромосоманың хроматидтерін сіңлілі емес (не - сестринские) деп атайды. Төрт хроматид тетрада фигурасын түзеді. Хромосоманың нәзік құрылысын зерттеуге осы стадия қолайлы болады. Пахинема стадиясының соңында және келесі стадия — диплонемада хромосомалар ширатылып бірі-не-бірі оралады. Гомологиялық хромосомалардың сәйкес учаскелері бірін-бірі итере бастайды. Бірін-бірі итеру, бірдей зарядталған денелер сияқты, центромерадан басталады да, екі шетіне таралады. Сөйтіп зиготена стадиясында болған құбылысқа кері процесс басталады. Хромосомалардың ажырауы кезінде олардың ширатылуы тарқайды. Осы көрсетілген себептерге байланысты «х» тәріздес фигура түзіледі, ол хиазма деп аталады.

Мейоздық екі белінудің аралығындағы фазаны интеркинез деп атайды. Интерфазадан интеркинездің айырмасы хромосомалар репродукцияланбайды, ДНК репликациясы болмайды. Олар екі еселенген және сіңлілі хроматидтерден тұрады, ол хроматидтер де II профазыда қосарланған болады, яғни жарты хроматидтерден тұрады. Бұл хромосома жіпшелерінің репродукциясы мейоз басталу алдында, интерфазаның өзінде-ақ болғанын көрсетеді. II профазаның митоз кезіндегі профазадан айырмасы жоқ.

II метафазыда хромосомалар центромераларымен экватор кеңістігінде орналасады.

I анафазыда центромералар айрылады да, әр хроматид дербес хромосомаға айналады. II телофазыда хромосомалардың ажырап екі полюске таралуы аяқталады және цитокинез басталады.




МЕЙОЗ БЕН МИТОЗДЫҢ АРАСЫНДАҒЫ АЙЫРМАШЫЛЫҚ

Кезеңдер	Митоз	Мейоз		Метафаза	Екі хроматидті хромасомалар бір біріне тәуелсіз экватордың жазықтығында орналасады. Веретеннің жіпшелері әр центромерге және жасушаның екі полюсіне қосылады (2n4c).	Биваленттер экватордың жазықтығында орналасқан. Веретена жіпшелері гомологиялық хромосомның әр жұбы тек қана жасушаның бір полюсінің центромерімен байланысады (1n4c).	Екі хроматидті хромасомалар экватордың жазықтығында бір біріне тәуелсіз орналасқан. Веретена жіпшелері жасушаның екі полюсінің әр центромеріне қосылады (1n2c).
		Бірінші бөліну	Екінші бөліну				
Интерфаза	Әр бөлінудің алдында қажет, ДНҚ репликациясы аяқталады.	Міндетті түрде тек бірінше бөлінудің алдында қажет, ДНҚ репликациясы жүріп жатыр, бірақ кейбір бөліктері репликацияланып үлгермеген (2n4c).	Болмайды немесе өте ұзақ өтеді, ДНҚ репликациясы болмайды (1n2c).				
Профаза	Қайталанбайды, диплоидты екі хроматидті хромасомасының жасушасында. Хромасомаларға тән негізгі процесі, - спиралдану (2n4c).	Ұзақ, жасушада бивалентті жұптың саны гаплоидты. Хромасомаларға тән: спиралдену, конъюгация, кроссинговер. Хромасомалардың спиралдену дәрежесі төмен, әлсіз спиралденген учакелерде РНҚ синтездеуін өтіп жатыр (1n4c).	Қысқа, кейбіреулерде болмауы мүмкін, жасушада гаплоидты екі хроматидті хромасома. Негізгі процесс, хромасомалар үшін, - спиралдену (1n2c).	Анафаза	Центромерлер бөлінуде, хроматиндер жасушаның полюстеріне ажырауда. Хроматиндер идентикалық (4n4c).	Центромерлер бөлінбейді, бір жұптың гомологиялық хромасомалары бір бірінен тәуелсіз жасушаның полюстеріне ажырайды (2n4c).	Центромерлер бөлінеді, хроматидалар жасушаның полюстеріне ажырайды. Хроматидалар кроссинговердің нәтижесінде идентикалық емес болуы мүмкін (2n2c).

Телофаза	Диплоидты бір хроматидті хромасоманың екі жасушасы түзіледі ($2n2c$).	Гаплоидты екі хроматидті хромасомалы екі жасуша түзіледі, олар гомалогиялық хромасоманың әр жұбына тек біреуден болады ($1n2c$).	Гаплоидты бір хроматидті хромасомалы төрт жасуша түзіледі ($1n1c$).
Берілген типтің бөлінуі болатын жер	Гаплоидты, диплоидты және полиплоидты жасушаларда болуы мүмкін. Соматикалық жасушалар және кейбір споралардың, және де өсімдіктерде гаметалардың түзілуі кезінде болады.	Диплоидты және полиплоидты жасушаларда болады. Гомето- немесе спорогенезде.	

МЕЙОЗДЫҢ ЖҮРІСІ

ФАЗАЛАР	ПРОЦЕСТЕР
МЕЙОЗДЫҢ БІРІНШІ БӨЛІНУІ	
<p>ПРОФАЗА I</p> 	<p>Гомологиялық хромосомдардың конъюгациясы (олардың ішінде біреуі аналық, басқасы аталық)</p>
<p>МЕТАФАЗА I</p> 	<p>Жасушаның экваторы бойынша гомологиялық хромосоманың орналасуы</p>
<p>АНАФАЗА I, ТЕЛОФАЗА I</p> 	<p>Хромосоманың жұпқа бөлінуі (екі хроматидтен тұратын) және олардың полюстерге көшуі. Қыздық жасушалардың пайда болуы.</p>
МЕЙОЗДЫҢ ЕКІНШІ БӨЛІНУІ	
<p>ПРОФАЗА II, МЕТАФАЗА II, АНАФАЗА</p> 	<p>Телофаза I пайда болған қыздық жасушалар митоздық бөлінуді өтеді. Центромерлері бөлінуде, екі қыздық жасушаның хромосомаларының хроматидтері өздерінің полюстарына бөлінуде.</p>
<p>ТЕЛОФАЗА II</p> 	<p>Төрт гаплоидты жасушалардың түзілуі</p>

Қорытынды:

Мейоз (гр. meiosis — кішірею, азаю) — жетіліп келе жатқан жыныс жасушаларының (гаметалардың) бөлінуінен хромосомалар санының азаюы (редукциясы). Мейоз кезінде әрбір жасуша екі рет, ал хромосомалар бір-ақ рет бөлінеді. Осының нәтижесінде жасушалардың гаметадағы хромосомалар саны бастапқы кезеңдегіден екі есе азаяды. Жануарларда мейоз жыныс жасушалар пайда болғанда (гаметогенез), ал жоғары сатыдағы өсімдіктерде споралары түзіле бастағанда жүреді. Кейбір төмен сатыдағы өсімдіктерде мейоз гаметалар түзілгенде жүре бастайды. Мейоз барлық организмдерде бірдей жүреді. Егер де ұрықтану диплоидтық жасушаларда жүрсе, онда ұрпақтардың пloidтығы келесі әр буында геометриялық прогрессиямен көтеріледі. Мейоздың арқасында гаметалар барлық уақытта гаплоидты жағдайда болады, бұл организмнің дене жасушаларының диплоидтығын сақтауға мүмкіншілік береді. Мейоздың бөліну уақытындағы екі сатысын 1-мейоз және 2-мейоз деп атайды. Әрбір мейоздық бөлінуде төрт сатысы бар: профаза, метафаза, анафаза және телофаза.

1-мейоздың профазасы лептотена, зиготена, пахитена, диплотена және диакинез секілді бес кіші кезеңдерден тұрады.

Лептотенаға (жіңішке жіпшелер сатысы) хромосомалардың тығыздалуы және спираль тәрізденуі тән. Зиготена (жіпшелердің бірігу сатысы) кезінде гомологты хромосомалар бір-біріне жақындап ұзына бойы жұптанады да, конъюгацияланады. Пахитена сатысында (жуан жіпшелер сатысы) гомологты хромосомалардың хроматидтері айқасады (кроссинговер). Нәтижесінде әр гомологта аталық және аналық тұқым қуалаушылық материал араласады. Диплотена (екі жіпшелер сатысы) гомологтар бір-бірінен ажырасуынан және хиазма пайда болуынан басталады. Диакинез (екі жіпшелердің ажырасу сатысы) хромосомалардың барынша жуанданып және спираль тәрізденуімен сипатталады; хиазмалар биваленттердің ұшына (шетіне) қарай жылжиды. Диакинез аяқталғанда, ядроның қабықшасы және ядрошықтар еріп, жойылып кетеді. Әр жасушада хромосомалардың саны мейоздың бастапқы кезеңіндегі екі қатар ($2N$) емес, бір N болады. II профаза өте тез өтеді немесе мүлдем болмайды. II метафазада хромосомалар центромераларымен ұршық жіпшелерге жабысып, метафаза пластинкасында орналасады. II анафазада әр центромера екі бөлініп, жаңа хроматидтер хромосомаларға айналып, қарама-қарсы полюстерге орналасады. II телофаза екі гаплоидтық ядроның сыртында ядролық мембрана құрылуымен аяқталады.

Мейоздың тізбектеліп екі бөлінуінің нәтижесінде бастапқы бір диплоидтық жасушадан төрт гаплоидтық жасушалар құрылады. Мейоздың биологиялық маңызы өте зор. Мейоз жыныс жолымен көбейетін организмдер ұрпақтарының хромосома санының тұрақтылығын қамтамасыз етіп, гаметаларда жаңа гендік комбинациялар пайда болуына мүмкіншілік береді.

Пайдаланылған әдебиеттер:

1. Қуандықов Е.Ө., Әбілаев С.А. Медициналық биология және генетика. Алматы, 2006, 120б
2. Аманжолова Л.Е., Жалпы және медициналық генетика негіздері Алматы 2006, 261 б.
3. Медициналық биология және генетика. Е.Ө. Қуандықовтың ред. Алматы, 2004, 444 б.
4. Стамбеков С.Ж., Генетика, Новосибирск 2002, 463 б.
5. Казымбет П.К., Аманжолова Л., Нұртаева Қ. Медициналық биология. Алматы 2002.-350 б.