الانقسامات الخلوية Cell Division

اولا : الانقسام الخيطي Mitosis : هو عملية انقسام المادة النووية مصحوبا بانقسام السايتوبلازم بين الخليتين البنيوتين .

يسبق عملية الانقسام الخيطي الطور البيني Inter phase و الذي يتميز بالاتي :

- طول مدته
- الكروموسومات تكون بشكل خيوط طولية نحيفة (الشبكة الكروماتينية)
- وجود نوية واحدة او اكثر لونها داكن
- يظهر الغلاف النووي بصورة متكاملة يحيط بالنواة

مراحل الانقسام الخيطي

١- **الطور التمهيدي Prophase**

ميزاته

- تبدا الكروموسومات بالظهور بشكل تراكيب خيطية شبيهة بالخيوط بعد تضاعفها بالطور البيني السابق
- تزداد قابلية اصطباغها
- يبدا تكون خيوط المغزل
- اختفاء تدريجي للغلاف النووي و النويات

٢- **الطور الاستوائي Metaphase**

يسبق هذا الطور مرحلة تسمى الطور ماقبل الاستوائي Prometaphase والتي تتميز بالاتي:

- اكتمال الياف خيوط المغزل و وضوح ارتباطها بالقطع القطع المركزية للكروموسومات
- حركة الكروموسومات باتجاه الصفيحة الاستوائية
- يزداد تكثف الكروموسومات فيظهر كل كروكوسوم مكون من كروماتيدين يواجه كل كروماتيد احد قطبي الخلية

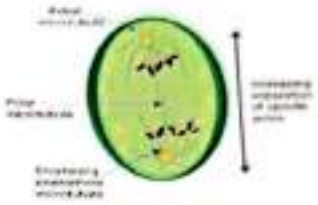
أما الطور الاستوائي Metaphase فيتميز بالاتي :

- تأخذ الكروموسومات في هذا الطور الهيئة النهائية لها وتصطف في خط استواء الخلية بشكل متوازي (نتيجة الشد المسلط عليها من قبل المراكز الحركية و النيبيات الدقيقة للقطبين المتعاكسين

٣- الطور الانفصالي Anaphase

ميزاته

- انشطار ال Centromer لكل كروموسوم و ابتعاد الكروماتيدات الشقيقة عن بعضها
- شكل الكروموسومات يختلف اذ ان قسم منها يشبه حرف V - Metacentric - قسم يشبه حرف J - Acrocentric - وقسم يشبه حرف L - Submetacentric



٤- الطور النهائي Telophase

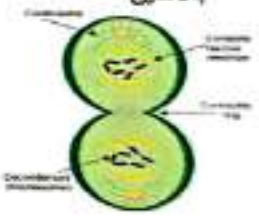
ميزاته

- وصول الكروموسومات الى قطبي الخلية وزوال شد الياف المغزل عنها
- تفكك حلزنة الكروموسومات البنيوية و قلة اصطباغها
- بداء ظهور النويات و الغلاف النووي

انقسام السايتوبلازم

الخلية الحيوانية Cytokinesis

يتم الانقسام السايتوبلازمي بتخصر السايتوبلازم عند خط استواء الخلية بتاثير نظام الخيوط الدقيقة الشبيهة بالاكتين



الشكل يوضح الطر النهائي وانقسام السايتوبلازم

ثانيا : الانقسام الاختزالي Meiosis

تحدث عملية الانقسام الاختزالي في النبات و الحيوانات التي تتكاثر جنسيا اثناء تكوين الكميتات Gametogenesis حيث ينتج عن Meiosis خلايا بنصف العدد الكروموسومي (1n)

يتضمن Meiosis انقسامين خلويين متعاقبين هما:

الانقسام الاختزالي الاول Meiosis I : حيث يتم اختزال العدد الكروموسومي الى النصف (2n اقسام اختزالي 1n) ويشمل :

١- الطور التمهيدي الاول Prophase I

يمتاز بانه بطيء واكثر تعقيدا مقارنة بال prophase لل Meiosis حيث يقسم الى خمس ادوار:

أ- الدور القلادي Leptotene

تظهر الكروموسومات بشكل خيوط مفردة و طويلة و نحيفة ذات تثخنات شبيهة بالخرزات تمنح الكروموسوم شكل القلادة ، ويتميز ايضا بكبر النواة و النوية.

ب- الدور الازدواجي Zygotene

تبدا الازواج الكروموسومية المتماثلة بالتراصف مع بعضها ثم يلي ذلك عملية تقارب الكروموسومين بعضها مع بعض و اتحادهما و التفافهما بصورة كاملة وتسمى هذه العملية الاقتران Synapsis مكونا ثنائيات كروموسومية

ج- الدور التغلظي Pachytene

يقل طول الكروموسومات المزدوجة و يزداد سمكها فيظهر كل زوج كروموسومي مكون من اربعة كروماتيدات تدعى هذه الحزمة الرباعي ، تحتوي خلية الانسان عند مرورها بهذا الدور على ٢٣ رباعيا .تتخذ هذه الكروماتيدات الاربعة وضعا يسهل حدوث عملية التعابر Crossing Over وتسمى مناطق التعابرات بالتصالبات Chiasma تظهر بشكل حرف X وهو دليل فيزيائي لحدوث العبور للجينات الذي يحدث بين كروماتيدين فقط من مجموع الكروماتيدات الاربعة.

د- الدور الانفراجي Diplotene

تبدا عملية انزلاق التصالبات الى نهاية الكروموسومات حيث تظهر الكروموسومات مكونة من كروماتيدين ، تستمر عملية التقلص و يبدا كل كروموسومين متماثلين بالابتعاد عن بعضها البعض .

ه- الدور الحركي Diakinesis

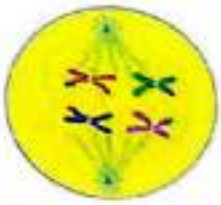
يصل التغلظ الى اعلى درجاته ينفصل الكروموسومين المتماثلين عن بعضهما و لكن يبقيان متقابلين ينتهي هذا الدور باختفاء النويات و الغلاف النووي وتحرك الكروماتيدات الرباعية وتبدا خيوط المغزل بالظهور.

٢- الطور الاستوائي الاول Metaphase I

تصل ازواج الكروموسومات المتماثلة منطقة استواء المغزل ويصل الالتفاف الى اقصاه

٣- الطور الانفصالي الاول Anaphase I

كل كروموسوم من الكروموسومات المتماثلة يتحرك الى قطب من اقطاب الخلية وهذا يدل على ان الانقسام الاختزالي يحدث في هذا الطور بالذات اي ان الخليتين البنيوتين تستلم كل منها نصف العدد الكامل من الكروموسومات .



٤- الطور النهائي Telophase I

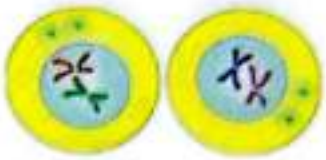
احداث هذا الطور بسيطة مقارنة بال telophase خلال الانقسام الخيطي ، تحتوي نواة كل خلية كروموسوما واحدا من كل زوج من الكروموسومات المتماثلة ، في بعض الانواع لايوجد مثل هذا الطور.

مرحلة مابين الانقسامين Interkinesis هي الفترة مابين Meiosis I و Meiosis II وهي مرحلة قصيرة جدا وقد لا توجد هذه المرحلة.

الانقسام الاختزالي الثاني Meiosis II

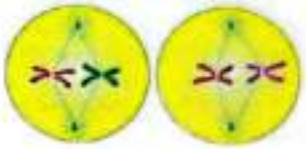
أ. الطور التمهيدي الثاني Prophase II

يكون سريع و هو مشابه لاي طور تمهيدي اخر



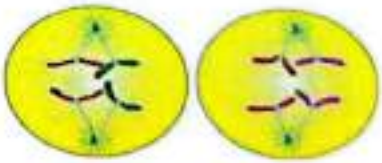
ب. الطور الاستوائي الثاني Metaphase II

مشابه لمثيله في ال Mitosis



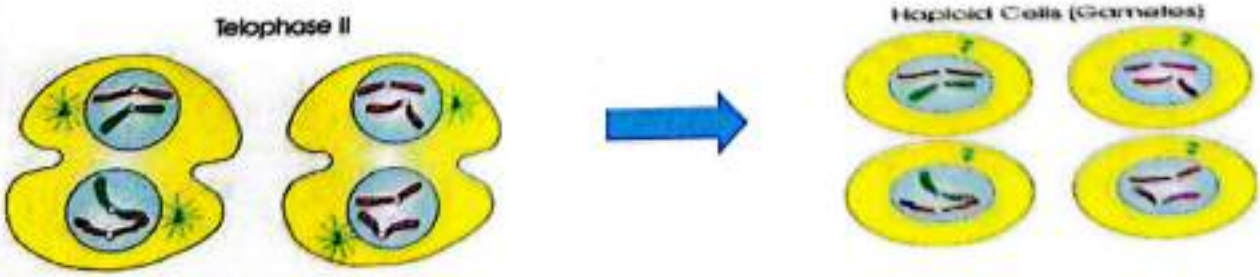
ج. الطور الانفصالي الثاني Anaphase II

وفيه تنشطر القطع المركزية في وقت واحد وتنفصل الكروماتيدات بعضها عن بعض وتتجه نحو القطبين المتعاكسين للخلية لتعطي بذلك اربع مجاميع كروموسومية احادية .



د. الطور النهائي الثاني Telophase II

في هذا الطور تبداء عملية اعادة تكوين نوى الطور البيني وكذلك تتكون اغشية او جدران الخلية وتكون المحصلة النهائية اربع خلايا



مقارنة بين Mitosis و Meiosis

Mitosis	Meiosis
١- تمر به الخلايا الجسمية غير التكاثرية بغرض التضاعف العددي .	١- تمر به الخلايا التكاثرية لغرض تكوين الكميتات.
٢- الخلايا الناتجة: عددها اثنان تملك عدد كروموسومات الكاملة 2n متطابقة جينيا مع الخلية الابوية	٢- الخلايا الناتجة: عددها اربعة تملك نصف العدد الكروموسومي 1n غير متطابقة جينيا مع الخلية الابوية
٣- تمر الخلايا المنقسمة بمرحلة انقسام نووي واحد و انقسام سايتوبلازمي واحد	٣- تمر الخلايا المنقسمة بمرحلتي انقسام نووي و مرحلتي انقسام سايتوبلازمي
٤- عدم حدوث ازدواج بين الكروموسومات المتماثلة عدم حدوث عملية التعابر عدم تكون الرباعي	٤- حدوث ازدواج بين الكروموسومات المتماثلة حدوث عملية التعابر تكون الرباعي