

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

বিস্মিল্লাহির রাহমানির রাহীম



উদ্দান

একাডেমিক এন্ড এডমিশন কেয়ার

একাদশ শ্রেণিঃ জীববিজ্ঞান ১ম পত্র (অধ্যায়: ০২)

কোষ বিভাজন

লেকচার B-05

কোষ বিভাজন

- যে প্রক্রিয়ায় জীবকোষের বিভক্তির মাধ্যমে একটি থেকে দুটি বা চারটি কোষের সৃষ্টি হয় তাকে কোষ বিভাজন বলা হয়।
- **Walter Flemming** ১৮৮২ খ্রিষ্টাব্দে **সামুদ্রিক স্প্রালামান্ডার** (*Triturus maculosa*) কোষে প্রথম কোষ বিভাজন লক্ষ্য করেন।

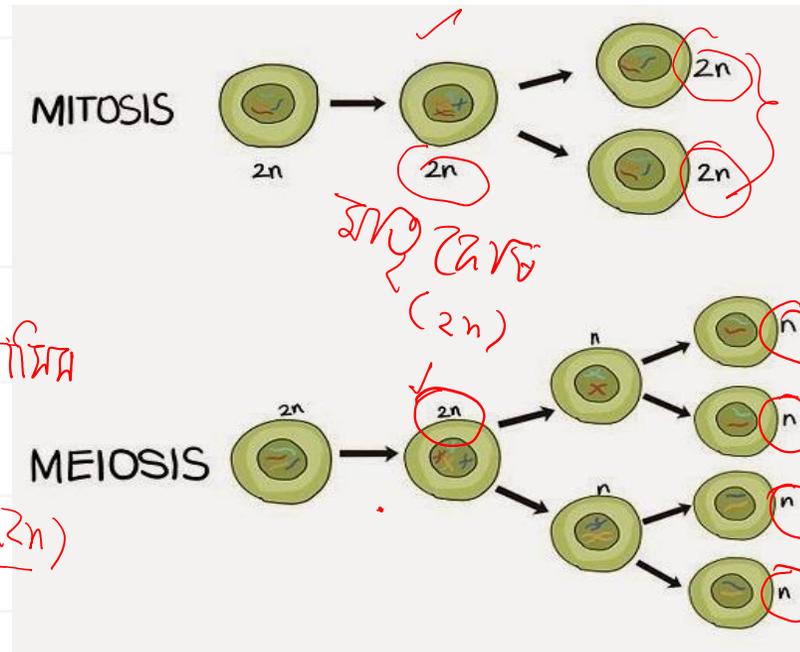


A species of salamanders

প্রকারভেদ

- জীব জগতে তিন প্রকার কোষ বিভাজন দেখা যায়।
 - অ্যামাইটোসিস (Amitosis) বা প্রত্যক্ষ কোষ বিভাজন
 - মাইটোসিস (Mitosis) বা সমীকরণিক কোষ বিভাজন
 - মিয়োসিস (Meiosis) বা হ্রাসমূলক কোষ বিভাজন

মুক্কাণু (n) নিভেদ
 ডিম্বাণু (n) } জাইগোট (2n)
 জরদোষ (n) } হ্রাসমিয়োসিস
 জন্ম }
 স্বাক্ষকোষ (2n) }



জৈবিক
 দোষ

স্বাক্ষকোষ (2n)

Poll Question:01

যৌনাঙ্গের গঠন এবং বৃদ্ধি হয় নিচের কোনটির মাধ্যমে ?

(a) মায়োসিস

(b) মাইটোসিস

(c) অ্যামাইটোসিস

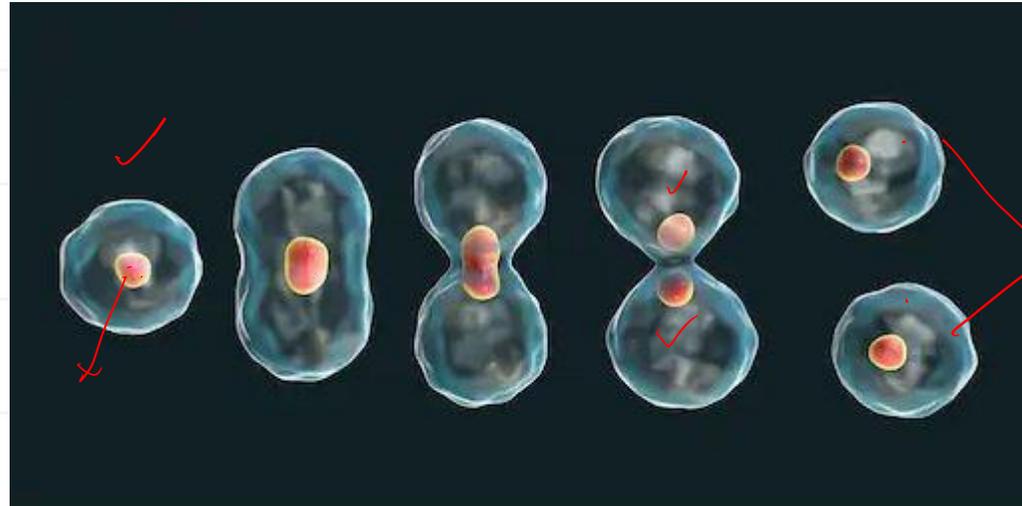
(d) সবগুলো

অ্যামাইটোসিস

- একটি মাতৃকোষের নিউক্লিয়াস ও সাইটোপ্লাজম কোনো জটিল মাধ্যমিক পর্যায় ছাড়াই সরাসরি বিভক্ত হয়ে দুটি অপত্য (শিশু) কোষের সৃষ্টি করে।
- কতক **ঈস্ট**, **অ্যামিবা** প্রভৃতি এককোষী জীবে এ প্রকার কোষ বিভাজন দেখা যায়।
- ব্যাকটেরিয়ার দ্বি-ভাজন প্রক্রিয়াও কতকটা অ্যামাইটোসিস এর মতোই।

↳ ব্যাকটেরিয়ার সংখ্যা বৃদ্ধি প্রক্রিয়া

এককোষী
জীব

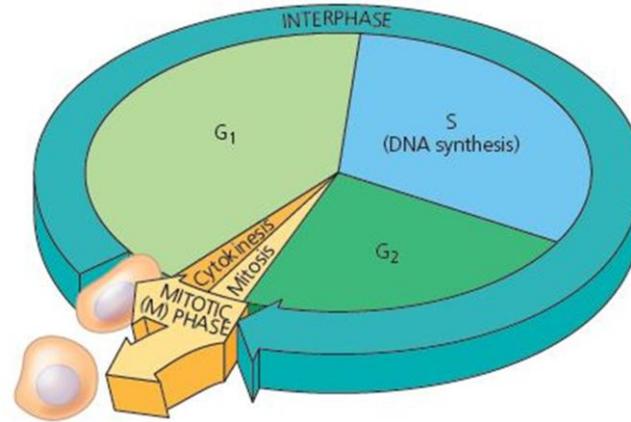


২টি
অপত্য
কোষ

অ্যামাইটোসিস

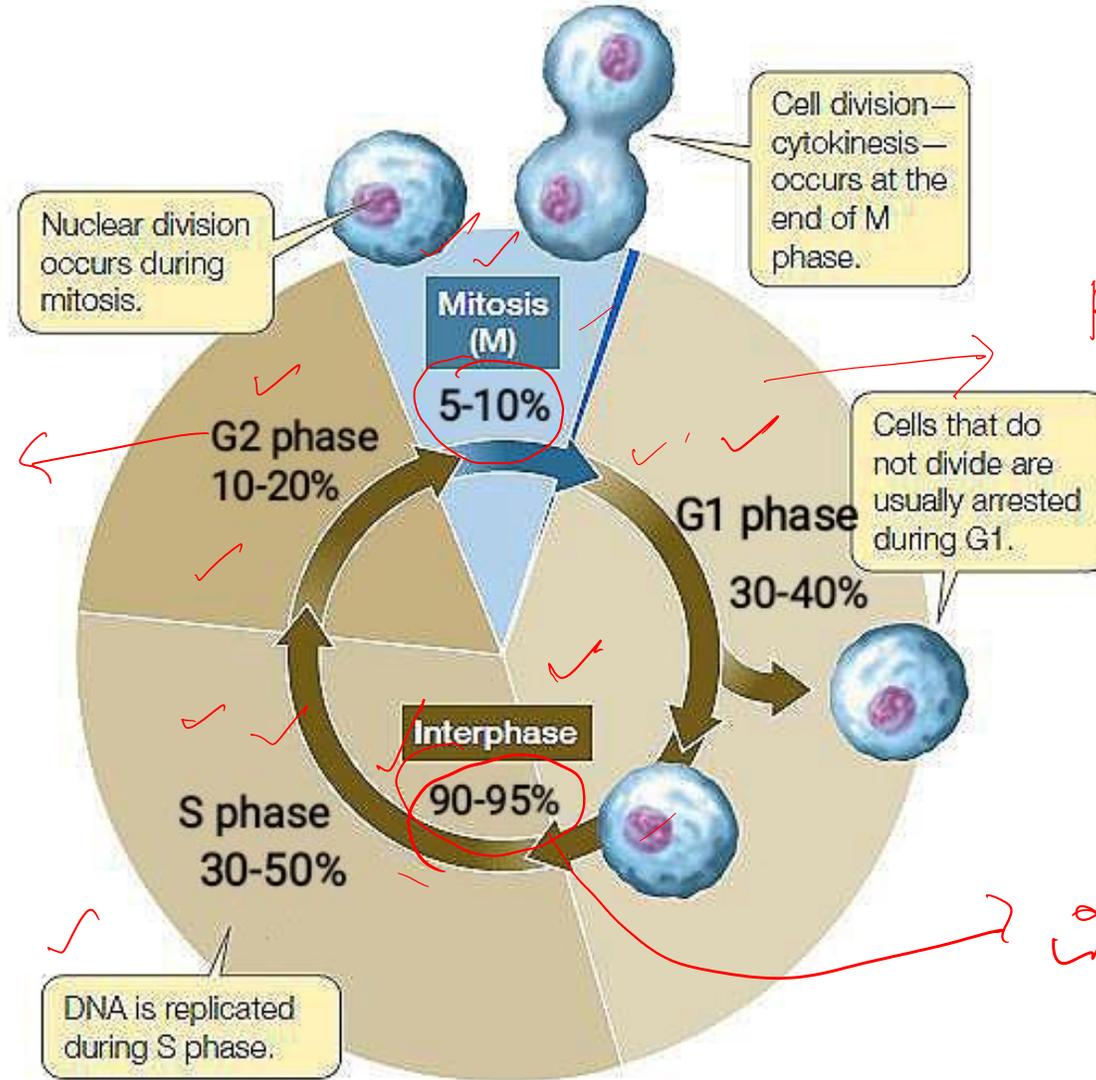
কোষ চক্র (Cell Cycle)

- একটি কোষ সৃষ্টি, এর বৃদ্ধি এবং পরবর্তীতে বিভাজন—এ তিনটি কাজ যে চক্রের মাধ্যমে সম্পন্ন হয় তাকে বলা হয় কোষ চক্র।
- **হাওয়ার্ড ও পেল্ক** (Howard & Pelc) কোষ চক্রের প্রস্তাব করেন।
- কোষ চক্র দুটি প্রধান ধাপে বিভক্ত।
 1. **এম.ফেজ (Mitotic Phase) বা মাইটোসিস:** কোষের বিভাজনের অবস্থা।
 2. **ইন্টারফেজ (Interphase):** দুটি এম. ফেজ-এর মধ্যবর্তী অবিভাজন অবস্থা।



কোষ চক্র

কোষ চক্র (Cell Cycle) চিত্র



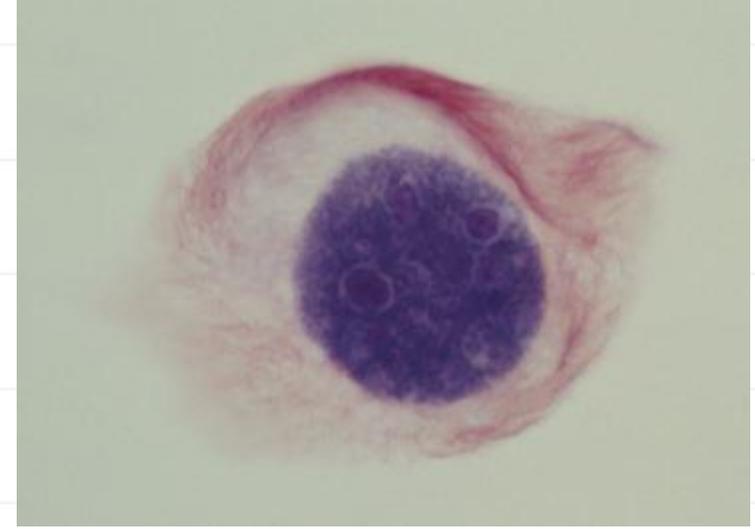
ATP

RNA, Protein

শুদ্ধতা পদার্থ

ইন্টারফেজ (Interphase)

- ইন্টারফেজ অবস্থায় কোষের নিউক্লিয়াসকে বলা হয় **বিপাকীয় নিউক্লিয়াস**।
- ~~M. Phase~~ (মাইটোটিক ফেজ)-কে সুসম্পন্ন করতে **সব ধরনের প্রস্তুতি** গ্রহণ করা হয় ইন্টারফেজ অবস্থায়।
- কোষচক্রের মোট সময়ের **৯০-৯৫** ভাগ সময় ব্যয় হয় ইন্টারফেজ অবস্থায়।
- ইন্টারফেজের ৩টি উপ-পর্যায় রয়েছে।
 - a. G_1 দশা (গ্যাপ_১)
 - b. S দশা (সিনথেসিস=S)
 - c. G_2 দশা (গ্যাপ_২)



Interphase

G1 দশা

G₁ দশা (মোট কোষ চক্রের ৩০-৪০% সময়) :

- মোট কোষ চক্রের ৩০-৪০% সময় এই উপপর্ষায়ে ব্যয় হয়।
- প্রথমেই সাইক্লিন নামক এক প্রকার প্রোটিন তৈরি হয় যা Cdk এর সাথে যুক্ত হয়ে সমগ্র প্রক্রিয়ার গতি ত্বরান্বিত ও নিয়ন্ত্রণ করে।
- এ সময় প্রয়োজনীয় অন্যান্য প্রোটিন, RNA ও DNA অনুলিপনের সকল উপাদান তৈরি হয়
- যে কোষটি আর বিভাজিত হবে না তা এক সপ্তাহ বা এক বছর অর্থাৎ আমৃত্যু G₁ উপপর্ষায়েই আবদ্ধ হয়ে যায়

S ও G2দশা

S দশা (মোট সময়ের ৩০-৫০ ভাগ):

DNA → DNA

- প্রধান কাজ নিউক্লিয়াসে ক্রোমোসোমস্থ DNA সূত্রের অনুলিখন।

G₂ দশা (মোট সময়ের ১০-২০ ভাগ):

- প্রধান কাজ মাইক্রোটিউবিউল গঠনকারী পদার্থ সংশ্লেষণ যা দিয়ে মাইটোসিস পর্যায়ে স্পিন্ডল তন্ত্র তৈরি হবে।
- একটি সেন্ট্রোসোম থেকে দুটি সেন্ট্রোসোম-এ পরিণত হয়।
- বিভাজন প্রক্রিয়ার জন্য প্রয়োজনীয় শক্তি (ATP) তৈরি হয়।
- G₂, থেকে মাইটোসিস-এ প্রবেশ করতে হলে ম্যাচুরেশন প্রোমোটিং ফ্যাক্টর (MPF) নামক প্রোটিনের প্রয়োজন পড়ে।

Poll Question: 02

DNA সূত্রের অনুলিখন হয় কোন দশায় ?

(a) G1

(b) G2

(c) S

(d)মাইটোসিস

ইন্টারফেজের গুরুত্ব

- কোষটি পরবর্তী কোষ বিভাজনে অংশগ্রহণ করবে কিনা তা ইন্টারফেজ-এর প্রথম দিকেই ঠিক হয়।
- ✓ কোষ বিভাজনের জন্য প্রোটিন, RNA ও DNA অনুলিপনের সকল উপাদান তৈরি হয়।
- DNA অনুলিখন হয়।
- কোষ বিভাজনের প্রয়োজনীয় স্পিন্ডল তন্তু তৈরির জন্য মাইক্রোটিউবিউল সৃষ্টি হয়।
- কোষ বিভাজনের প্রয়োজনীয় শক্তি (ATP) তৈরি হয়।
- ইন্টারফেজ পর্যায় না থাকলে বিভাজন পর্যায় সম্পন্ন হবে না।

Poll Question:03

মায়োসিস কোষ বিভাজন কোথায় ঘটে ?

(a) জনন কোষে

(b) জনন মাতৃকোষে

(c) দেহকোষে

(d) হৃদকোষে

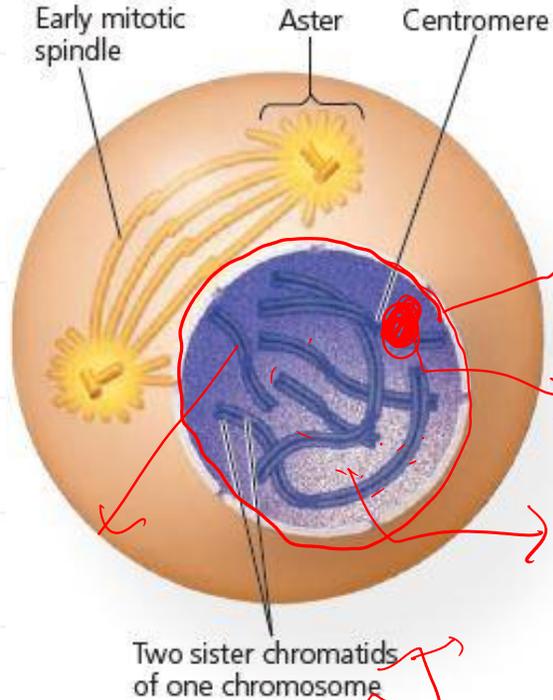
এম.ফেজ (Mitotic Phase) বা মাইটোসিস

- কোষ চক্রের ৫-১০ ভাগ সময় ব্যয় হয় মাইটোটিক ফেজের জন্য
- নিউক্লিয়াসের এরূপ বিভাজন প্রথমে দেখতে পান স্পাইখার এবং নাম দেন ক্যারিওকাইনেসিস। পরে ওয়ালটার ফ্লেমিং এ প্রকার পূর্ণ বিভাজনকে মাইটোসিস নামে অভিহিত করেন।
- মাইটোসিস কোথায় ঘটে?
 - a. প্রাণী ও উদ্ভিদের বিভাজন ক্ষমতাসম্পন্ন দৈহিক কোষে
 - b. উদ্ভিদের কাণ্ড বা তার শাখা-প্রশাখার শীর্ষ, মূলের বর্ধিষ্ণু শীর্ষ, ক্যাম্বিয়াম
 - c. যৌনাস্ত্রের গঠন এবং বৃদ্ধি

মাইটোসিসের পর্যায়

- সম্পূর্ণ মাইটোসিস কোষ বিভাজন প্রক্রিয়া দুটি প্রধান ভাগে বিভক্ত, যথা:
 - a. নিউক্লিয়াসের বিভাজন বা **ক্যারিওকাইনেসিস** এবং
 - b. সাইটোপ্লাজমের বিভাজন বা **সাইটোকাইনেসিস** ✓
- মাইটোসিস বলতে মূলত ক্যারিওকাইনেসিসকেই বোঝানো হয়ে থাকে। বর্ণনা ও ধারাবাহিকতার সুবিধার জন্য মাইটোসিসকে প্রধানত পাঁচটি দশা বা পর্যায়ে ভাগ করা হয়ে থাকে, যথা-
 1. প্রোফেজ
 2. প্রো-মেটাফেজ
 3. মেটাফেজ
 4. অ্যানাফেজ
 5. টেলোফেজ

প্রোফেজ (Prophase)



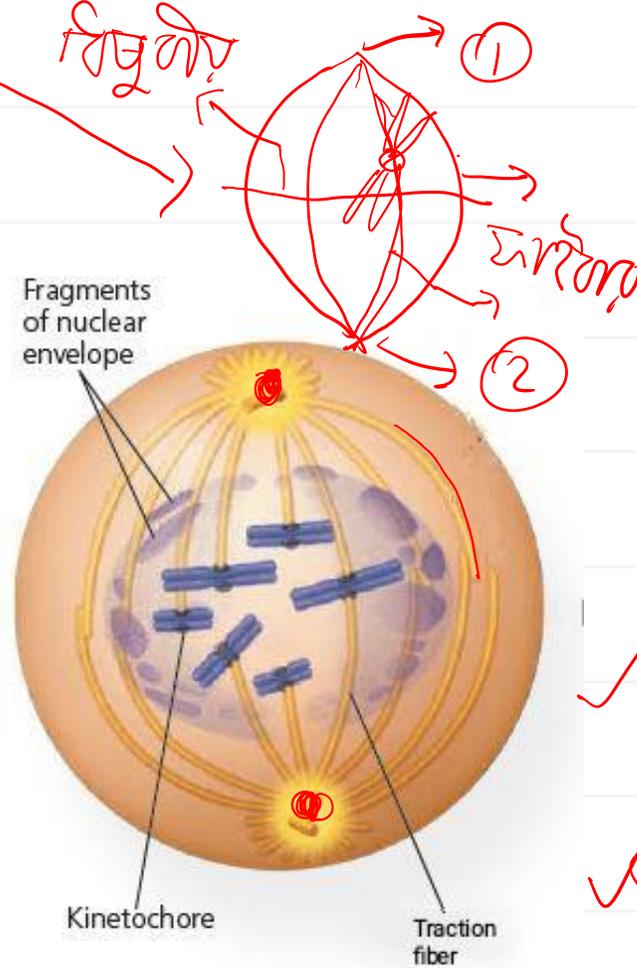
প্রোফেজ



- মাইটোসিসের সবচেয়ে দীর্ঘস্থায়ী পর্যায়
- নিউক্লিয়াস, ক্রোমোসোমগুলোতে জল-বিয়োজন (dehydration) আরম্ভ হয়।
- ✓ ক্রোমোসোমগুলো সংকুচিত হতে থাকে, ফলে ক্রমাগত খাটো ও মোটা হয়।
- শেষের দিকে নিউক্লিয়াস এবং নিউক্লিয়ার এনভেলপের বিলুপ্তি ঘটতে থাকে।
- প্রতিটি ক্রোমোজোমের সেন্ট্রোমিয়ার ব্যতীত লম্বালম্বিভাবে (অনুদৈর্ঘ্যে) দুটি সূত্রে বিভক্ত থাকে। প্রতিটি সূত্রে ক্রোমাটিড বলা হয়।
- স্পিন্ডল তন্তু সৃষ্টির সূচনা ঘটে।

প্রো-মেটাফেজ (Pro-metaphase)

ক্রোমোসোম



• এই পর্যায়ের প্রথম দিকেই স্পিন্ডল যন্ত্রের তন্তুগুলোর আঘাতে নিউক্লিয়ার এনভেলপ ও নিউক্লিয়োলাস বিলুপ্ত হতে থাকে এবং এক সময় বিলুপ্ত হয়ে যায়।

• স্পিন্ডল যন্ত্রের দু'মেরুর মধ্যবর্তী স্থানকে **ইকুয়েটর** বা **বিষুবীয় অঞ্চল** বলা হয়।

• স্পিন্ডল যন্ত্রের তন্তুগুলোকে স্পিন্ডল ফাইবার (spindle fibre) বলা হয়।

✓ ক্রোমোসোমের সেন্ট্রোমিয়ার স্পিন্ডল যন্ত্রের নির্দিষ্ট তন্তুর সাথে সংযুক্ত হয়। এ তন্তুগুলোকে ট্র্যাকশন ফাইবার (traction fibre) বলা হয়।

প্রো-মেটাফেজ

Poll Question:04

ক্রোমোসোমীয় নৃত্য কোন দশায় দেখা যায় ?

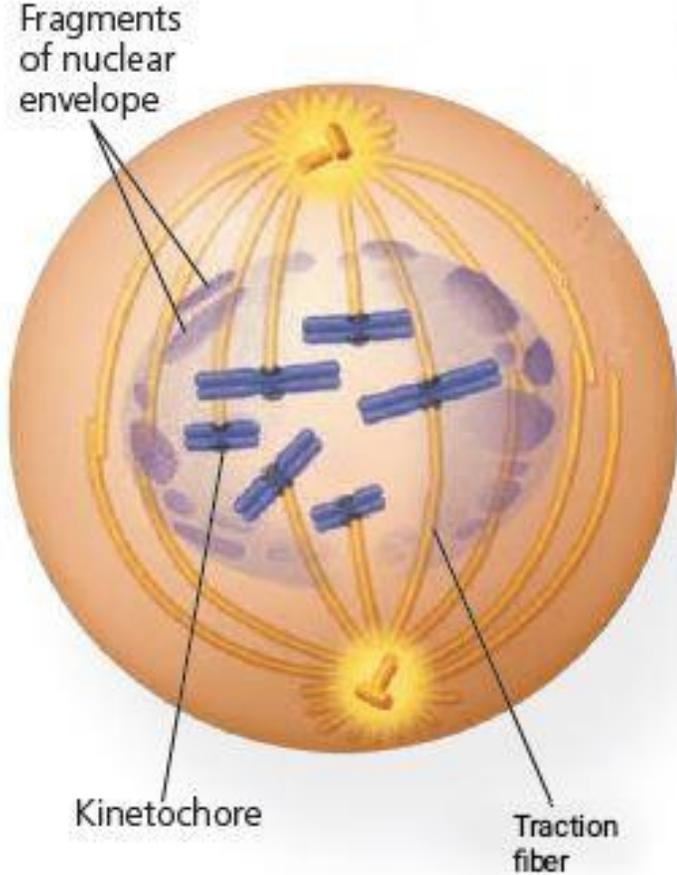
(a) প্রোফেজ

(b) প্রো. মেটাফেজ

(c) মেটাফেজ

(d) টেলোফেজ

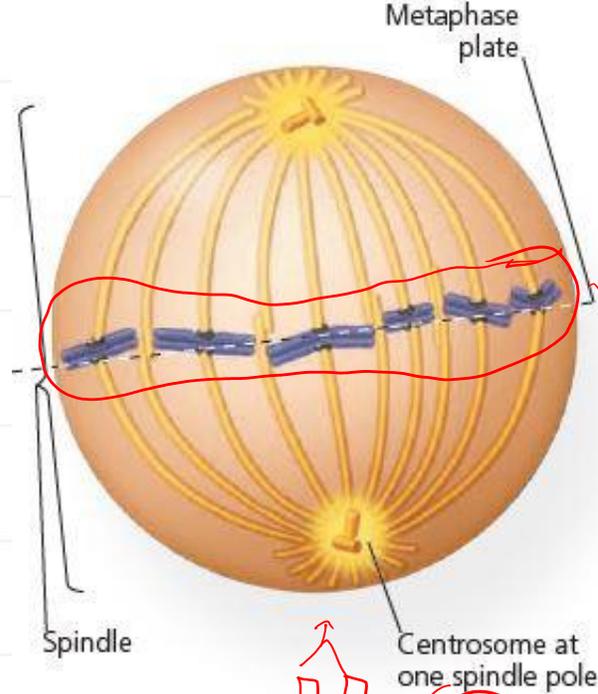
প্রো-মেটাফেজ (Pro-metaphase)



প্রো-মেটাফেজ

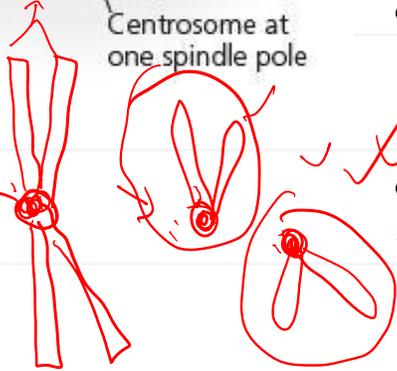
- ✓ ক্রোমোসোমীয় নৃত্যের মাধ্যমে ক্রোমোসোমগুলো বিষুবীয় অঞ্চলের দিকে যেতে থাকে।
- স্পিন্ডল ফাইবার সেন্ট্রোমিয়ারের কাইনেটোকোর মর্টার প্রোটিন সংযুক্ত হয়।
- ✓ প্রাণিকোষে স্পিন্ডল যন্ত্র সৃষ্টি ছাড়াও পূর্বে বিভক্ত সেন্ট্রিয়োল দু'মেরুতে অবস্থান করে এবং দু'মেরু হতে অ্যাস্টার তন্তু বিচ্ছুরিত হয়।

মেটাফেজ (Metaphase)



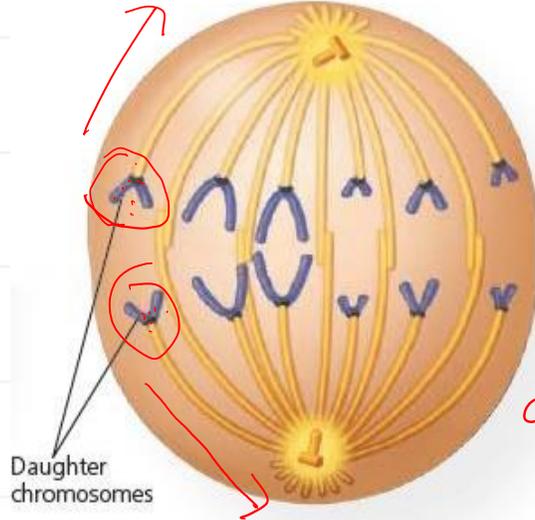
মেটাফেজ

সেন্ট্রোমিয়ার



- এ পর্যায়ের প্রথমেই সমস্ত ক্রোমোসোম স্পিন্ডল যন্ত্রের বিষুবীয় অঞ্চলে এসে অবস্থান করে। স্পিন্ডল যন্ত্রের বিষুবীয় অঞ্চলে ক্রোমোসোমের বিন্যস্ত হওয়াকে মেটাকাইনেসিস বলে।
- ক্রোমাটিডগুলো সবচেয়ে বেশি মোটা, খাটো ও স্পষ্ট দেখা যায় এ পর্যায়ে। ক্রোমোসোমের খাটো ও মোটা হওয়াকে বলা হয় **Condensation**
- এ পর্যায়ে কোষে ক্রোমোসোম সংখ্যা, আকার ও আকৃতি নির্ণয় করা যায়।
- মেটাফেজ পর্যায়ের শেষ ভাগে প্রতিটি সেন্ট্রোমিয়ার সম্পূর্ণ বিভক্ত হয়ে দুটি অপত্য সেন্ট্রোমিয়ার সৃষ্টি করে।

অ্যানাফেজ (Anaphase)



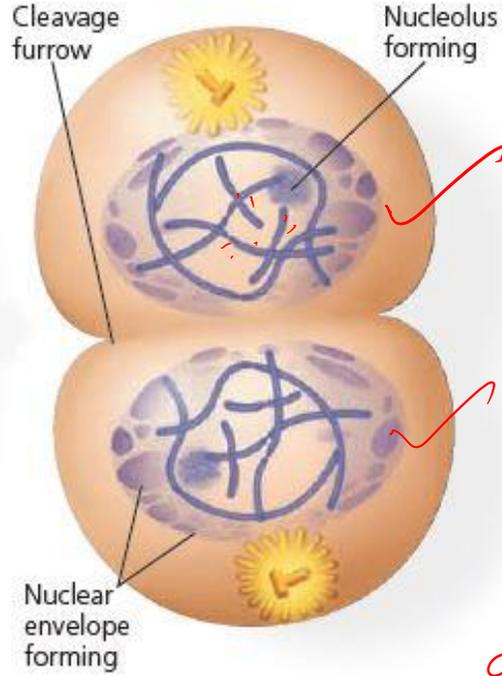
অ্যানাফেজ

- সেন্ট্রোমিয়ারের পূর্ণ বিভক্তির ফলে প্রতিটি ক্রোমাটিড একটি **অপত্য ক্রোমোসোমে** পরিণত হয়।
- অপত্য ক্রোমোসোমসমূহ বিষুবীয় অঞ্চল থেকে মেরুমুখী চলতে শুরু করে।
- অপত্য ক্রোমোসোমের মেরু অভিমুখী চলনে **সেন্ট্রোমিয়ারই অগ্রগামী** থাকে এবং **বাহুদ্বয় অনুগামী** হয়, ফলে সেন্ট্রোমিয়ারের অবস্থান অনুযায়ী ক্রোমোসোমগুলো ইংরেজি **V (মেটাসেন্ট্রিক)**, **L (সার্বমেটাসেন্ট্রিক)**, **J (অ্যাক্রোসেন্ট্রিক)** ও **I (টেলোসেন্ট্রিক)** অক্ষরের মতো দেখায়।
- অপত্য ক্রোমোসোমগুলো মেরুর কাছাকাছি পৌঁছালে অ্যানাফেজ তথা গত পর্যায়ের সমাপ্তি ঘটে।

টেলোফেজ (Telophase)

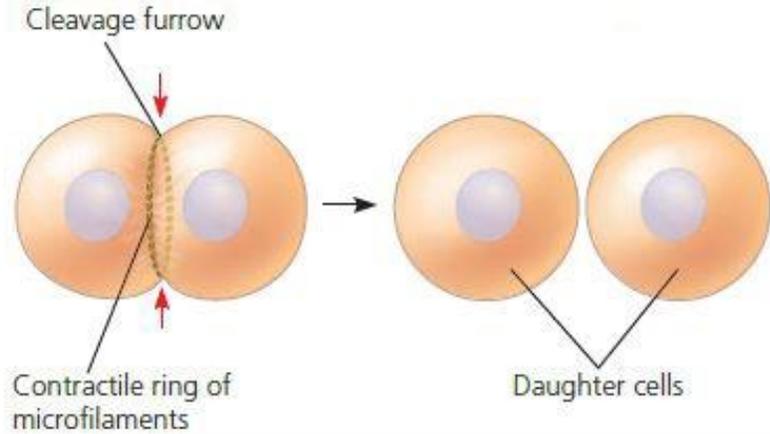
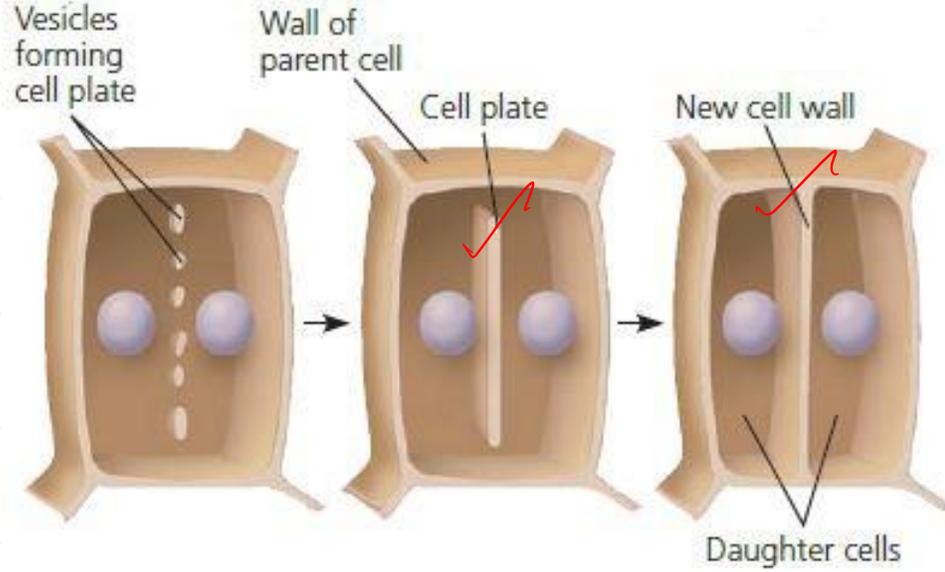


টেলোফেজ



- এ পর্যায়ে অপত্য ক্রোমোসোমসমূহ দুই বিপরীত মেরুতে স্থির অবস্থান নেয়।
- ✓ ক্রোমোসোমগুলোতে আবার **জলযোজন (hydration)** ঘটে। ফলে এরা ক্রমান্বয়ে প্রসারিত হয়। ক্রোমোসোমগুলো ক্রমশ সরু ও লম্বা হতে থাকে এবং অদৃশ্য অস্পষ্ট হতে থাকে।
- দুই মেরুতে ক্রোমোসোমগুলোর চারদিকে নিউক্লিয়ার এনভেলপ এবং স্প্রাট ক্রোমোসোমের গৌণ কুণ্ডনে নিউক্লিয়োলাসের পুনঃ আবির্ভাব ঘটে। ফলে দু'মেরুতে দুটি অপত্য নিউক্লিয়াসের সৃষ্টি হয়
- ✓ স্পিন্ডল ফাইবারগুলো ধীরে ধীরে বিলুপ্ত হয়ে যায়

সাইটোকাইনেসিস (Cytokinesis)



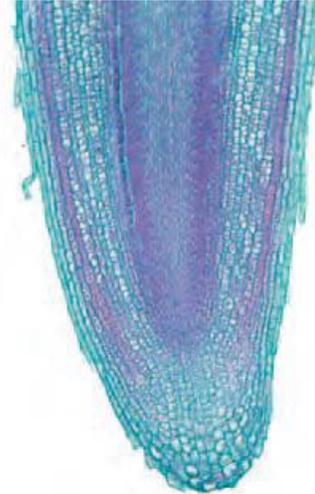
- উদ্ভিদ কোষে সাইটোকাইনেসিস ঘটে কোষপ্লেট ও কোষ প্রাচীর সৃষ্টির মাধ্যমে।
- এন্ডোপ্লাজমিক রেটিকুলাম থেকে আসা ফ্যাগমোপ্লাস্ট এবং ক্ষুদ্র ভেসিকল মিলিত হয়ে কোষপ্লেট তৈরি করে।
- কোষপ্লেটের উপর হেমিসেলুলোজ ও অন্যান্য দ্রব্য জমা হয়ে কোষ প্রাচীর গঠন করে।
- প্রাণীর ক্ষেত্রে স্পিন্ডল যন্ত্রের বিষুবীয় অঞ্চল বরাবর কোষঝিল্লি গর্তের ন্যায় ভেতরের দিকে ঢুকে যায় এবং এ গর্ত সব দিক হতে ক্রমান্বয়ে গভীরতর হয়ে মাঝখানে একত্রে মিলিত হয়, ফলে কোষটি দু'ভাগে ভাগ হয়ে পড়ে। প্রোটিন actin এবং myosin কোষঝিল্লির এই খাঁজ সৃষ্টিতে সহায়তা করে।

সাইটোকাইনেসিস

মাইটোসিসের গুরুত্ব

- দেহ গঠন ও দৈহিক বৃদ্ধি
- বংশবৃদ্ধি
- জননাঙ্গ সৃষ্টি ও জনন কোষের সংখ্যা বৃদ্ধি
- নির্দিষ্ট আকার-আয়তন রক্ষা
- নিউক্লিয়াস ও সাইটোপ্লাজমের ভারসাম্য রক্ষা

- ক্রোমোসোমের সমতা রক্ষা
- ক্ষতস্থান পূরণ
- ক্রমাগত ক্ষয়পূরণ
- পুনরুৎপাদন
- গুণগত বৈশিষ্ট্যের স্থিতিশীলতা রক্ষা
- অনিয়ন্ত্রিত মাইটোসিস-এর কুফল

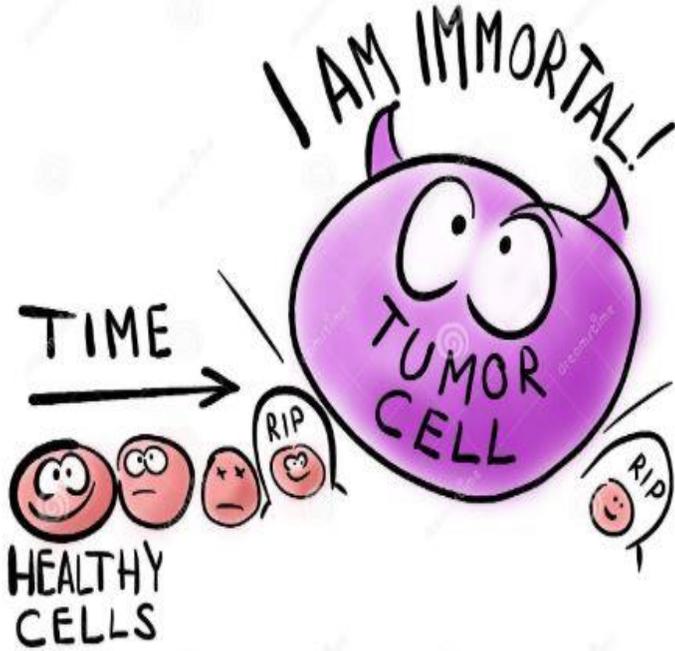


Mitosis contributes to the growth of root tissue



Mitosis contributes to the regeneration of a lizard's tail.

অনিয়ন্ত্রিত মাইটোসিস

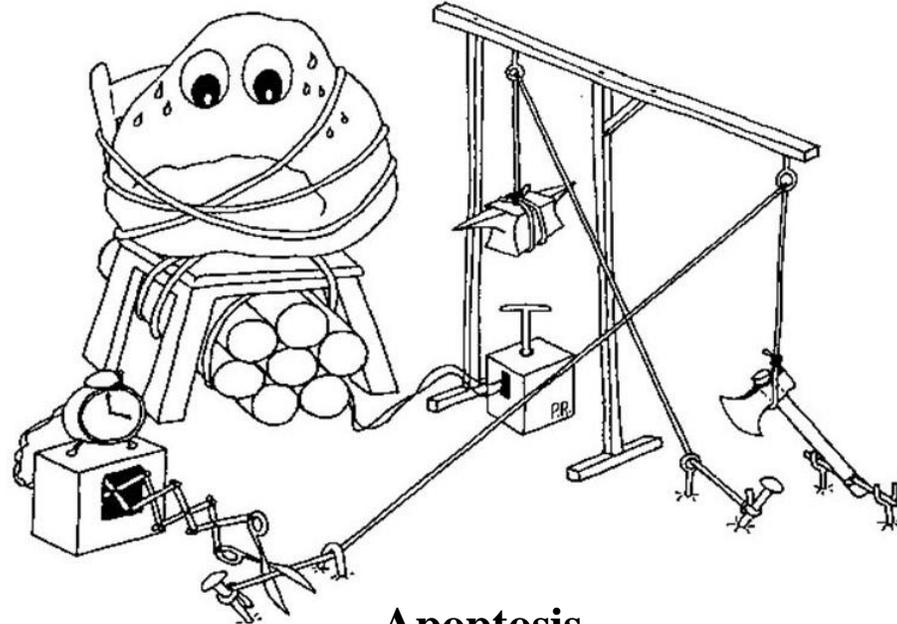


- ✓ কোষ চক্র নিয়ন্ত্রণকারী দুই ধরনের প্রোটিন হচ্ছে—প্রোটিন কাইনেজ ও সাইক্লিন।
- ✓ ক্যান্সার কোষে সাইক্লিন-Cdk এর নিয়ন্ত্রণ বিনষ্ট হয়ে যায়।
- ✓ **P53** নামক প্রোটিন সাধারণত কোষকে বিভাজন হতে বিরত রাখায় ভূমিকা রাখে। এটি defective হলে কোষ চক্র নিয়ন্ত্রণ হারিয়ে ফেলে। এর ফলে ক্যান্সার সৃষ্টি হয়।
- ✓ টিউমার সৃষ্টি হওয়াকে বলা হয় **Oncogenesis**.
- ✓ কোষ চক্র বিনষ্টকারী জিন হলো **Oncogene**.
- ✓ যে সব রাসায়নিক পদার্থ ক্যান্সার সৃষ্টিতে উৎসাহিত করে তা হলো **Mutagens**. মিউটাজেনিক পদার্থই Carcinogenic হয়।
- ✓ দেহের বিভিন্ন অংশে টিউমার ছড়িয়ে পড়া হলো **Metastasis**.

কোষের মৃত্যু

• দুটি উপায়ে কোষে মৃত্যু ঘটে

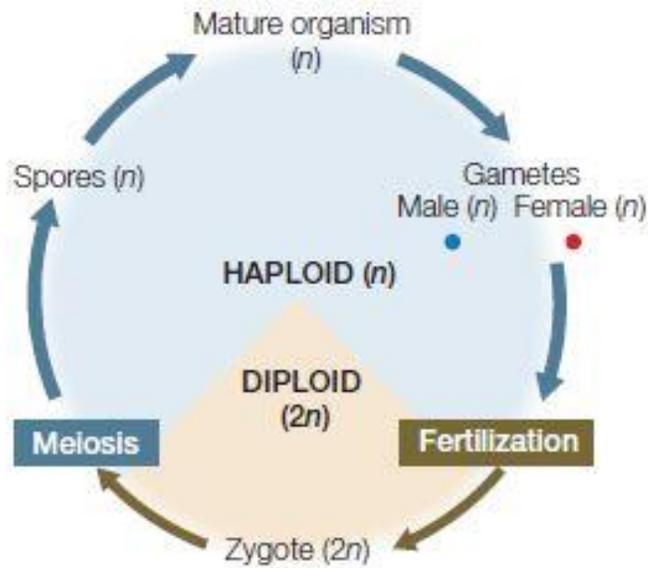
- Necrosis** : পুষ্টির অভাব হলে অথবা বিষাক্ত দ্রব্যের কারণে ক্ষতিগ্রস্ত হলে কোষ মরে যায়।
- Apoptosis** : এটি হলো কোষের জেনেটিক্যালি নিয়ন্ত্রিত মৃত্যু।



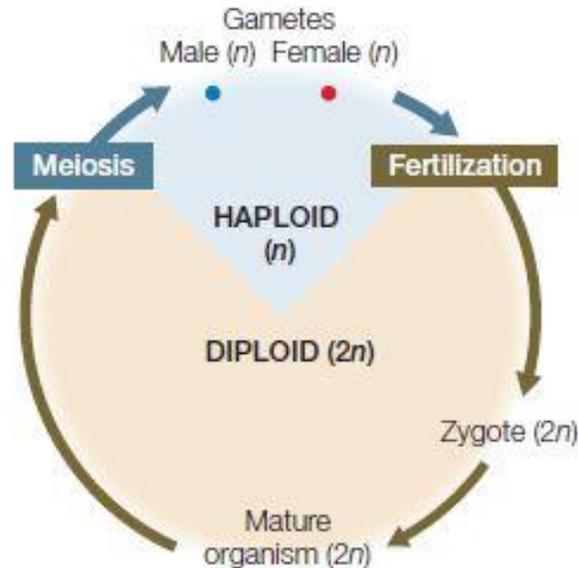
Apoptosis

মায়োসিস

- এ কোষ বিভাজন প্রক্রিয়ায় **নিউক্লিয়াস** পর পর দুবার এবং **ক্রোমোসোম** মাত্র একবার বিভাজিত হয়ে মাতৃকোষের ক্রোমোসোমের অর্ধেক সংখ্যক ক্রোমোসোমযুক্ত চারটি অপত্য কোষ সৃষ্টি করে।



Meiosis in **haploid** organism



Meiosis in **diploid** organism

কোথায় হয় ?

- সর্বদা **জনন** মাতৃকোষে সম্পন্ন হয়
- নিম্ন শ্রেণীর জীবে (**হ্যাপ্লয়েড**) মিয়োসিস হয় নিষেকের পর **জাইগোটে**।
- উচ্চশ্রেণীর জীবের (**ডিপ্লয়েড**) মিয়োসিস হয় নিষেকের পূর্বে **জনন** মাতৃকোষ হতে গ্যামিট সৃষ্টিকালে।

মায়োসিসের ধাপ

- মায়োসিস প্রক্রিয়াকে দুটি প্রধান পর্যায়ে ভাগ করা হয়।
 1. মায়োসিস-১ : মায়োসিস -১-এ ক্রোমোসোম সংখ্যা অর্ধেকে আনীত হয়, এ জন্য একে রিডাকশনাল বা হ্রাসমূলক বিভাজনও বলা হয়।
 2. মায়োসিস-২ : মায়োসিস-২-এ ক্রোমোসোম সংখ্যা সমান থাকে। এজন্য একে ইকোয়েশনাল বা সমীকরণিক বিভাজনও বলা হয়।
- মায়োসিস-১ ও মায়োসিস-২ প্রত্যেককে প্রোফেজ, মেটাফেজ, অ্যানাফেজ এবং টেলোফেজ—এ চারটি পর্যায়ে ভাগ করা হয়।

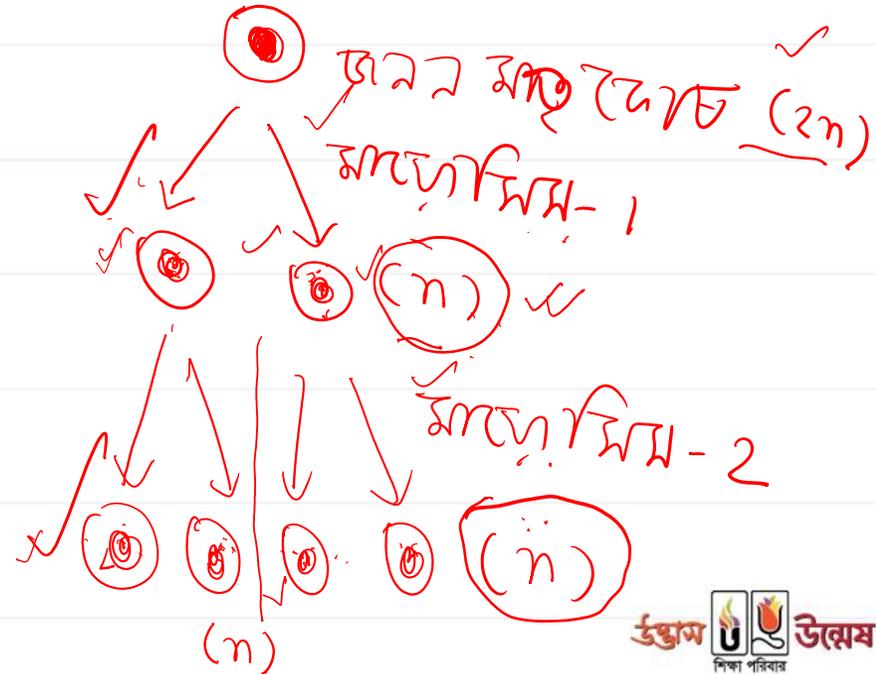
মায়োসিস-১ এর ধাপসমূহ:

- প্রোফেজ-১
- মেটাফেজ-১
- অ্যানাফেজ-১
- টেলোফেজ-১

মায়োসিস-২ এর ধাপসমূহ:

- প্রোফেজ-২
- মেটাফেজ-২
- অ্যানাফেজ-২
- টেলোফেজ-২

মায়োসিসের ধাপসমূহ

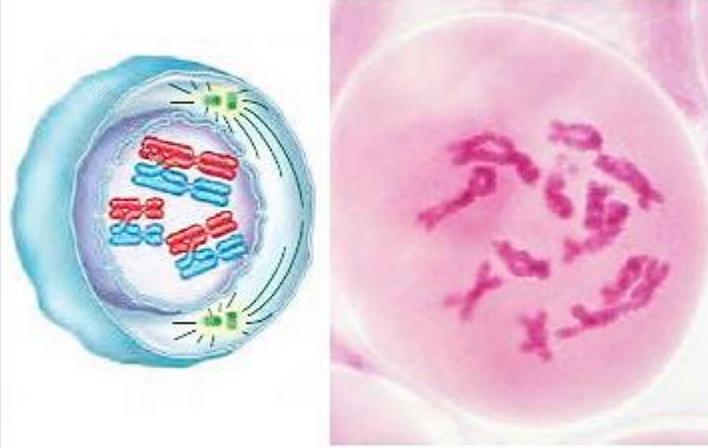


মায়োসিস-১

প্রোফেজ-১

এ পর্যায়টি অত্যন্ত জটিল ও তুলনামূলকভাবে দীর্ঘস্থায়ী বিধায় একে পাঁচটি উপ-পর্যায়ে ভাগ করা হয়েছে।

1. লেপ্টোটিন ✓
2. জাইগোটিন ✓
3. প্যাকাইটিন ✓
4. ডিপ্লোটিন ✓
5. ডায়াকাইনেসিস ✓



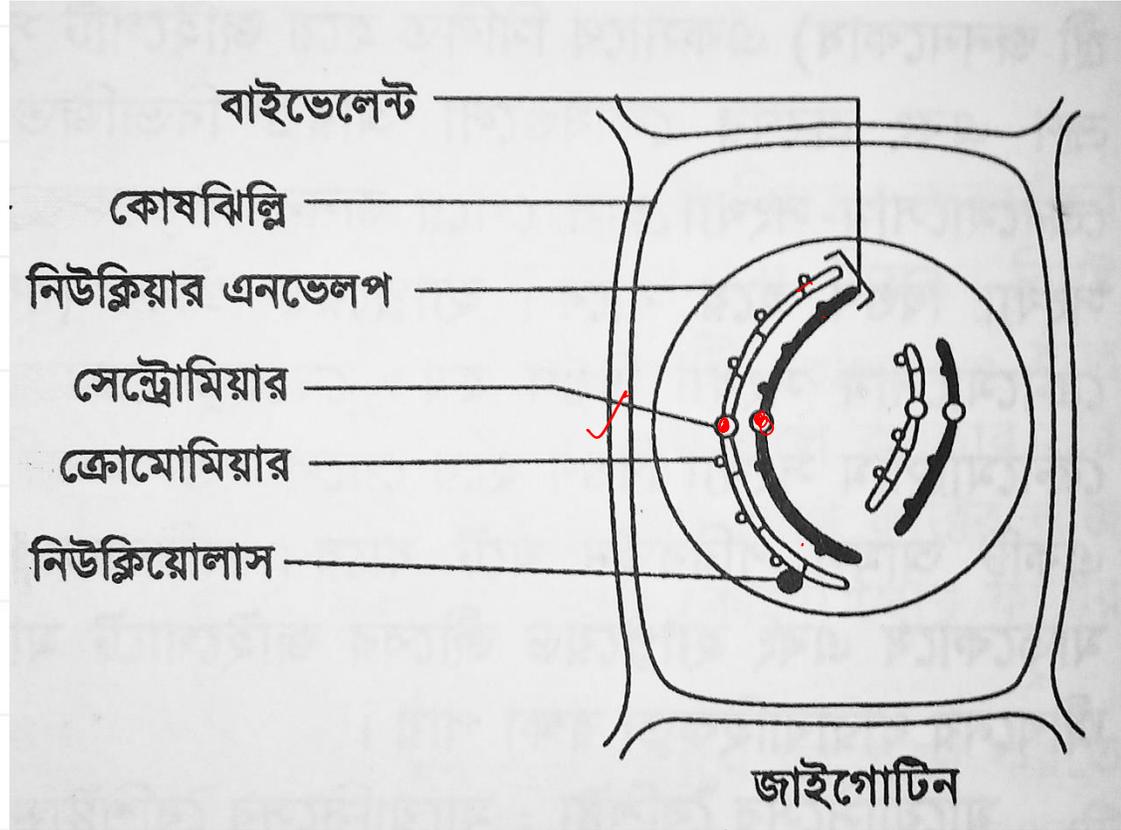
প্রোফেজ-১

লেপ্টোটিন



- জলবিয়োজনের ফলে ক্রোমোসোমগুলো সংকুচিত ও পুরু হতে থাকে এবং অধিকতর রঞ্জক ধারণ ক্ষমতাপ্রাপ্ত হয়। ফলে ক্রোমোসোমগুলো আলোক অনুবীক্ষণে দৃষ্টিগোচর হয়।
- ক্রোমোসোমে বহু ক্রোমোমিয়ার দেখা যায়।
- ক্রোমোসোমগুলো অবিভক্ত ও দীর্ঘ থাকে।
- প্রাণিকোষে এ উপ-পর্যায়ে সেন্ট্রোমিয়ার গুলো সাধারণত নিউক্লিয়ার এনভেলপের সন্নিবর্তে এক স্থানে এসে জড়ো হওয়ায় ক্রোমোসোমগুলোকে একত্রে একটি ফুলের তোড়ার মতো দেখায়। তাই অনেক সময় একে বুক (bouquet) বলা হয়।

জাইগোটিন



জাইগোটিন

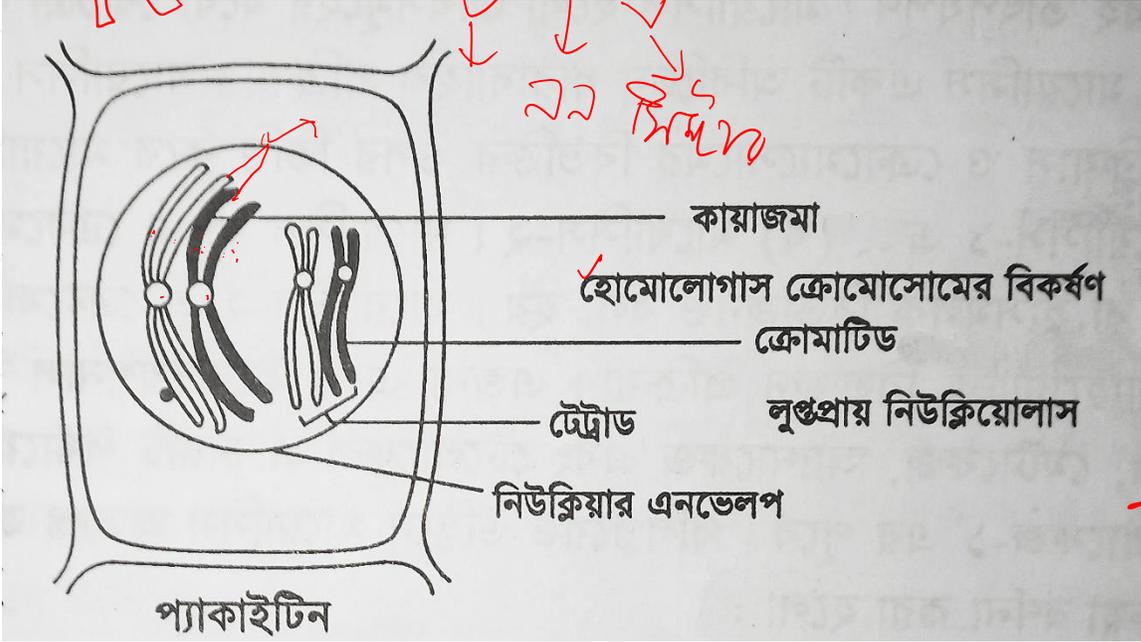
- হোমোলোগাস ক্রোমোজোম একটি জোড়ার সৃষ্টি করে।
- দুটি হোমোলোগাস ক্রোমোজোমের মধ্যে জোড় সৃষ্টি হওয়াকে **সিন্যাপসিস (synapsis)** বলে।
- প্রতিটি জোড়বাঁধা ক্রোমোসোম জোড়াকে **বাইভেলেন্ট (bivalent)** বলে। কোষে যতগুলো ক্রোমোসোম থাকবে তার অর্ধেক সংখ্যক **বাইভ্যালেন্ট** সৃষ্টি হবে।

প্যাকাইটিন



Sister
২২ সিস্টার
X → কায়াজমা

২২ সিস্টার



কায়াজমা
হোমোলোগাস ক্রোমোসোমের বিকর্ষণ
ক্রোমাটিড
লুপ্তপ্রায় নিউক্লিয়োসাস
ডেট্রাড
নিউক্লিয়ার এনভেলপ

প্যাকাইটিন

প্যাকাইটিন

- সর্বপ্রথম বাইভেলেণ্টের প্রতিটি ক্রোমোসোম সেন্ট্রোমিয়ার ব্যতীত অনুদৈর্ঘ্যে দুটি ক্রোমাটিডে বিভক্ত হয়, অর্থাৎ প্রতি বাইভেলেণ্ট দুটি সেন্ট্রোমিয়ার এবং চারটি ক্রোমাটিড থাকে। এ অবস্থাকে **টেট্রাড** বলে।
- একই ক্রোমোসোমের দুটি ক্রোমাটিডকে **সিস্টার ক্রোমাটিড** বলে এবং একই জোড়ার দুটি ভিন্ন ক্রোমোসোমের ক্রোমাটিডকে **নন-সিস্টার ক্রোমাটিড** বলে।
- শেষের দিকে বাইভেলেণ্টের যেকোনো দুটি নন-সিস্টার ক্রোমাটিড ইংরেজি 'X' আকৃতির বা ক্রস চিহ্নের মতো **কায়াজমা** সৃষ্টি করে।
- ✓ নন-সিস্টার ক্রোমাটিডের মধ্যে পরস্পর অংশের বিনিময়কে **ক্রসিং ওভার** বা ক্রস ওভার বলে।

Poll Question:05

কোন উপ-পর্যায় ক্রসিং ওভার ঘটে ?

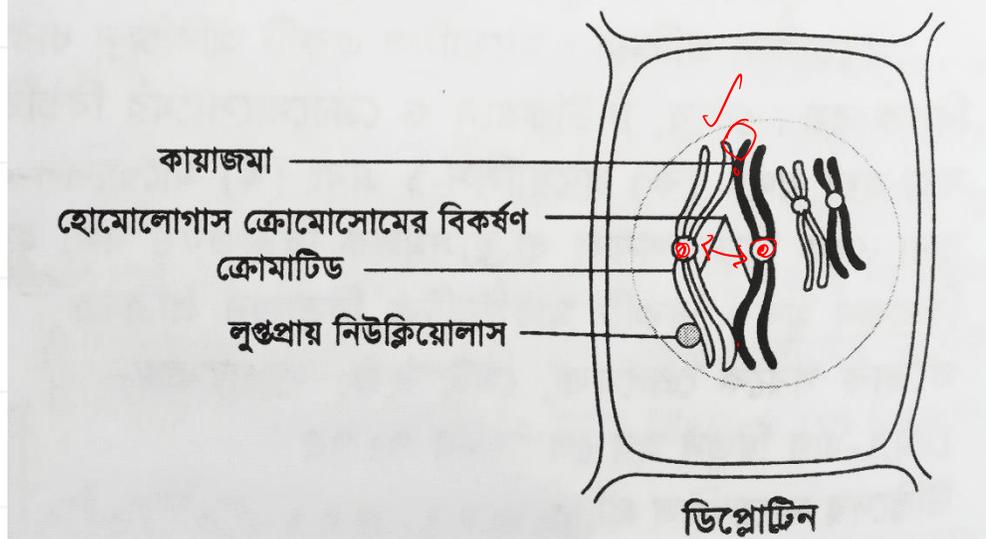
(a) লেপ্টোটিন

(b) জাইগোটিন

(c) প্যাকাইটিন

(d) ডিপ্লোটিন

ডিপ্লোটিন

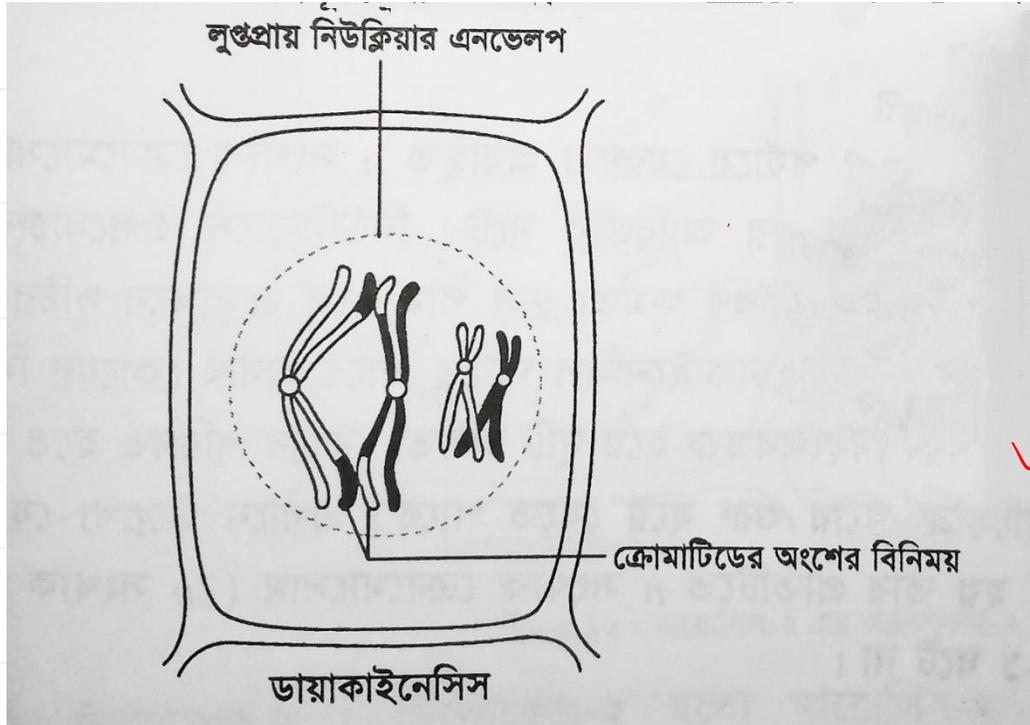


ডিপ্লোটিন

- ক্রোমোসোমগুলো আরও খাটো ও মোটা হয়।
- বাইভেলেণ্টের ক্রোমোসোমদ্বয়ের মধ্যে পারস্পরিক বিকর্ষণ শুরু হয়। ফলে এরা বিপরীত দিকে সরে যেতে চেষ্টা করে কিন্তু কায়াজমার স্থানে বাধাপ্রাপ্ত হয়।
- বিকর্ষণের ফলে দুটি কায়াজমার মধ্যবর্তী অংশে লুপের (loop) সৃষ্টি হয়।
- দুই বা ততোধিক বাহু পরস্পর আবর্তনের ফলে পাশাপাশি লুপ ৯০° কোণ করে অবস্থান করে। একটি মাত্র কায়াজমা থাকলে এটি ১৮০° হতে পারে।
- কায়াজমাগুলো ক্রমান্বয়ে প্রান্তের দিকে সরে যেতে থাকে। কায়াজমার প্রান্তের দিকে সরে যাওয়াকে **প্রান্তীয়করণ** (terminalization) বলে।

ডায়াকাইনেসিস

ক্রোমোসোমের উপর ধাতু জমা হয়।



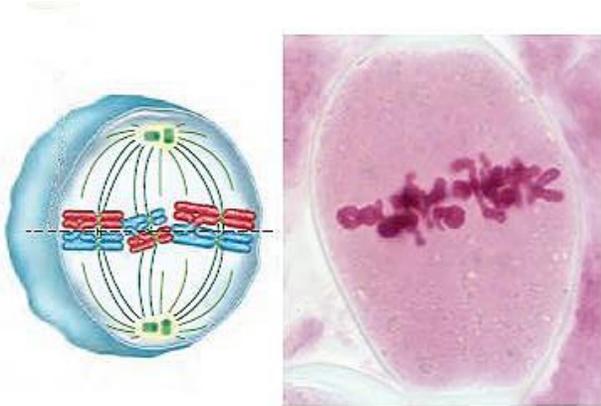
ডায়াকাইনেসিস

- ক্রোমোসোমগুলো আরও খর্বাকৃতি ও মোটা হয়।
- ✓ • প্রান্তীয়করণ তখনও চলতে থাকে।
- এক সময় বাইভেলেন্টগুলো নিউক্লিয়াসের কেন্দ্রস্থল হতে পরিধির দিকে চলে আসে।
- ✓ • শেষ দিকে নিউক্লিয়োলাস অদৃশ্য হয়ে যায় এবং নিউক্লিয়ার এনভেলপ-এর বিলুপ্তি ঘটে এবং প্রাণিকোষের সেন্ট্রিওল মেরুতে পৌঁছে যায়।

মায়োসিস-১

মেটাফেজ-১

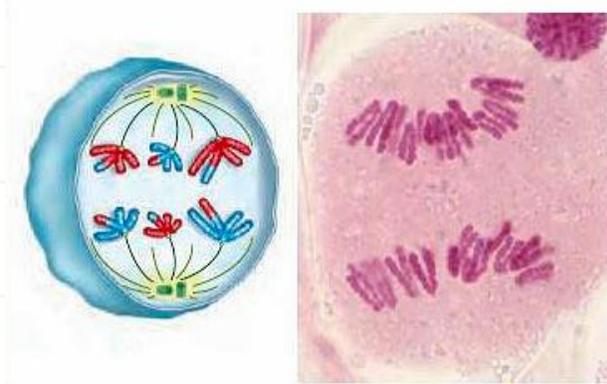
- বাইভেলেন্টের প্রতিটি সেন্ট্রোমিয়ার স্ব-স্ব মেরুর দিকে এবং বিষুবীয় রেখা হতে সমদূরে অবস্থান করে।
- কতিপয় ট্র্যাকশন ফাইবার এর সাথে ক্রোমোজোমের সেন্ট্রোমিয়ার সংযুক্ত হয়।
- মাইটোটিক মেটাফেজের মতো এ পর্যায়ে সেন্ট্রোমিয়ার বিভক্ত হয় না।
- ক্রোমোসোমের মধ্যে লুপ সৃষ্টি হয়।



মেটাফেজ-১

অ্যানাফেজ-১

- হোমোলোগাস ক্রোমোসোম পৃথক হয়ে যায় এবং বাইভেলেন্ট দুটি ক্রোমোজোম (দুটি ক্রোমাটিড নয়) বিপরীতমুখী দুটি মেরুর দিকে ধাবিত হয়।
- ক্রোমোজোমের মেরুমুখী চলন ঘটে। ক্রোমোসোমগুলোকে ইংরেজি V (মেটাসেন্ট্রিক), L (সাবমেটাসেন্ট্রিক), J (একোসেন্ট্রিক) এবং I (টেলোসেন্ট্রিক) অক্ষরের মতো দেখায়।



অ্যানাফেজ-১

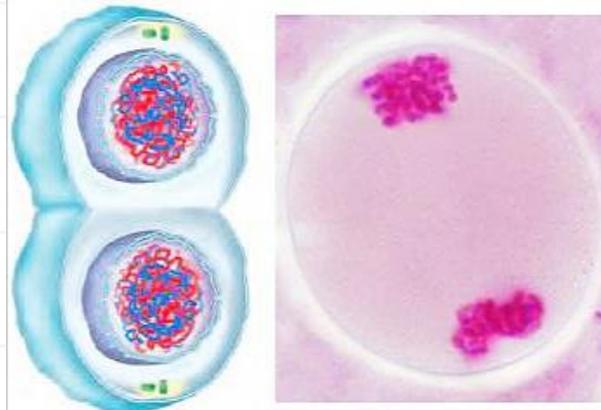
মায়োসিস-১

টেলোফেজ-১

- মেরুতে অবস্থিত ক্রোমোসোমের চারদিকে আবার নিউক্লিয়ার এনভেলপ এবং অভ্যন্তরে নিউক্লিয়োসোমের আবির্ভাব ঘটে।
- নিউক্লিয়াসে জলযোজন ঘটে।

ইন্টারকাইনেসিস বা সাইটোকাইনেসিস-১

- মায়োসিস প্রক্রিয়ায় নিউক্লিয়াসের প্রথম ও দ্বিতীয় বিভক্তির অন্তর্বর্তীকালীন বা মধ্যবর্তী সময়কে ইন্টারকাইনেসিস বলে।
- এ সময়ে প্রয়োজনীয় RNA, প্রোটিন ইত্যাদি সংশ্লেষিত হয়। DNA-র প্রতিক্রম বা অনুলিখন ঘটে না।

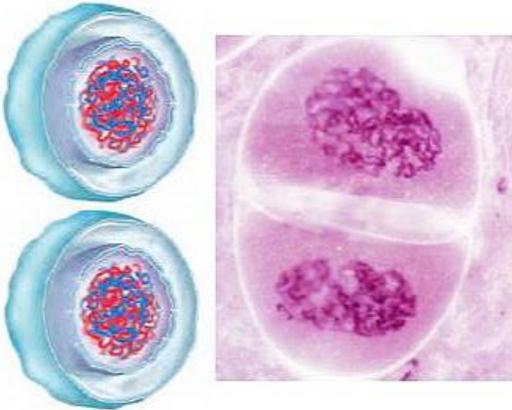


টেলোফেজ-১

মায়োসিস-২

প্রোফেজ-২

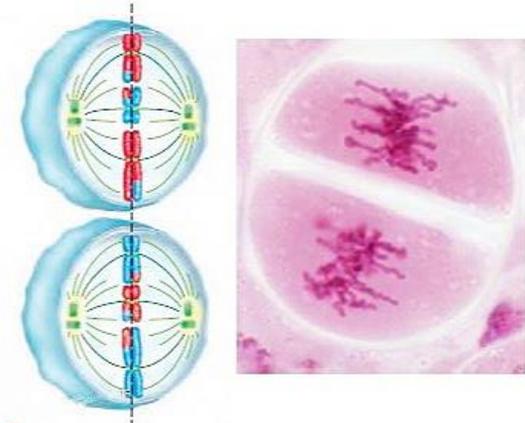
- জলবিয়োজন করলে ক্রোমোসোমগুলো পুনরায় সংকুচিত হয়। ফলে খাটো ও মোটা হয়।
- প্রথম হতেই ক্রোমোসোমগুলোকে ক্রোমাটিডে বিভক্ত দেখা যায়।
- শেষ দিকে নিউক্লিয়োস ও নিউক্লিয়ার এনভেলপ-এর বিলুপ্তি ঘটে বা অদৃশ্য হয়ে যায়।



প্রোফেজ-২

মেটাফেজ-২

- স্পিন্ডল যন্ত্র সৃষ্টি হয়
- ক্রোমোসোমগুলো বিষুবীয় অঞ্চলে এসে অবস্থান করে এবং ড্র্যাকিশন ফাইবারের সাথে যুক্ত হয়।
- শেষ পর্যায়ে সেন্ট্রোমিয়ার একেবারে বিভক্ত হয়ে যায়।

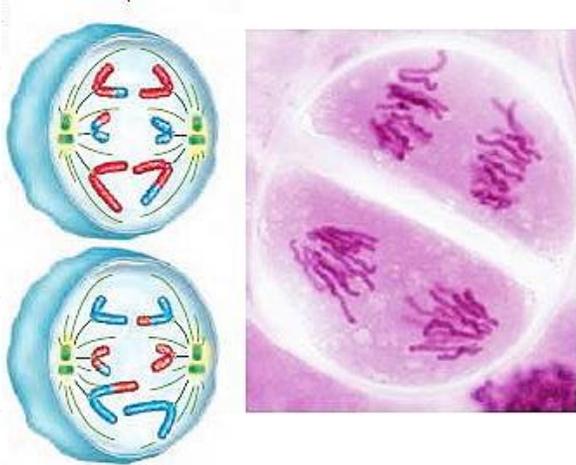


মেটাফেজ-২

মায়োসিস-২

অ্যানাফেজ-২

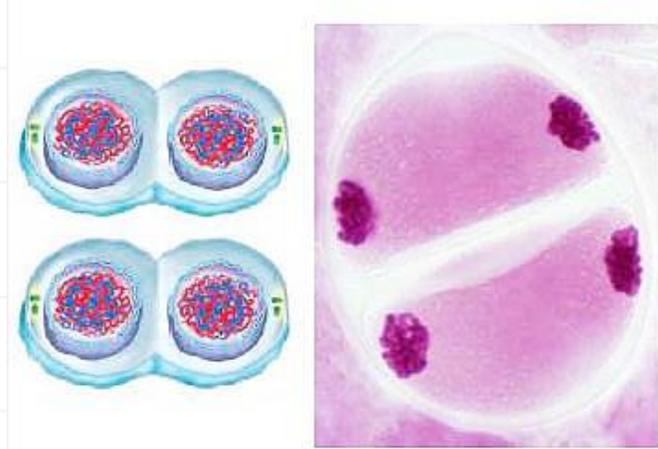
- সেন্ট্রোমিয়ারের পূর্ণ বিভক্তির ফলে প্রতি ক্রোমোসোমের দুটি ক্রোমাটিড সম্পূর্ণ পৃথক হয়ে যায়।
- মেরুমুখী চলনকালে সেন্ট্রোমিয়ারের অবস্থান অনুযায়ী ক্রোমাটিডগুলোকে V, L, J এবং I আকৃতির দেখায়।



অ্যানাফেজ-২

টেলোফেজ-২

- মেরুতে ক্রোমাটিড তথা ক্রোমোসামগুলো স্থির হয় এবং এদের চারদিকে নিউক্লিয়ার এনভেলপের আবির্ভাব ঘটে এবং স্প্রাট ক্রোমোসোমে নিউক্লিয়োসাস সৃষ্টি হয়।
- নিউক্লিয়াসের জলযোজন ঘটে।

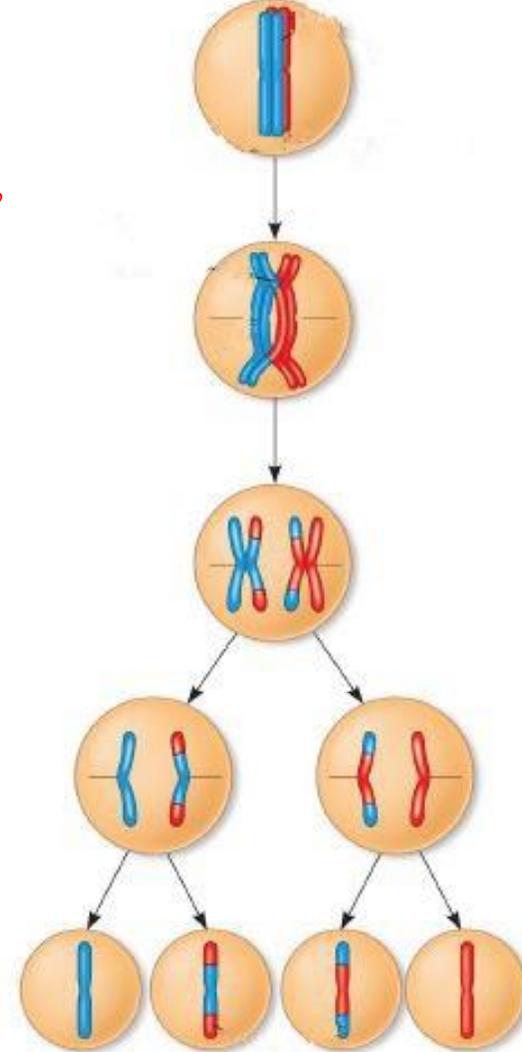


টেলোফেজ-২

মায়োসিসের গুরুত্ব

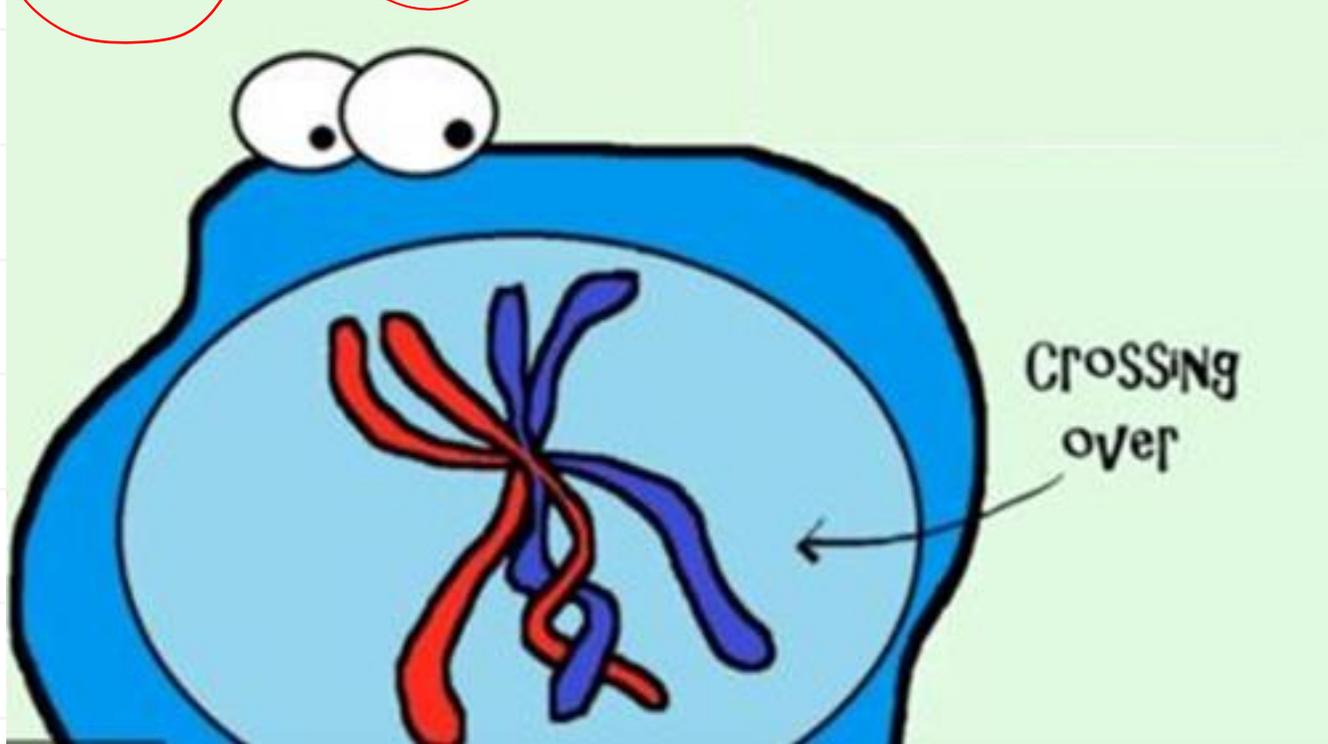
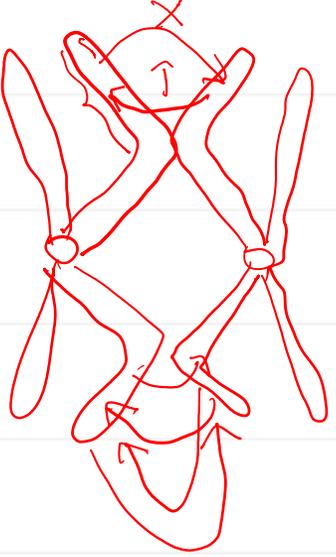
- জননকোষ সৃষ্টি
- ক্রোমোজোম সংখ্যা ধ্রুবক রাখা
- প্রজাতির স্বকীয়তা ঠিক রাখা
- বৈচিত্র্যের সৃষ্টি
- অভিব্যক্তি
- গ্যামেট সৃষ্টি ও বংশবৃদ্ধি
- জনুক্রম
- মেন্ডেলের সূত্র

→ মূলকোষ, ডিম্বকোষ



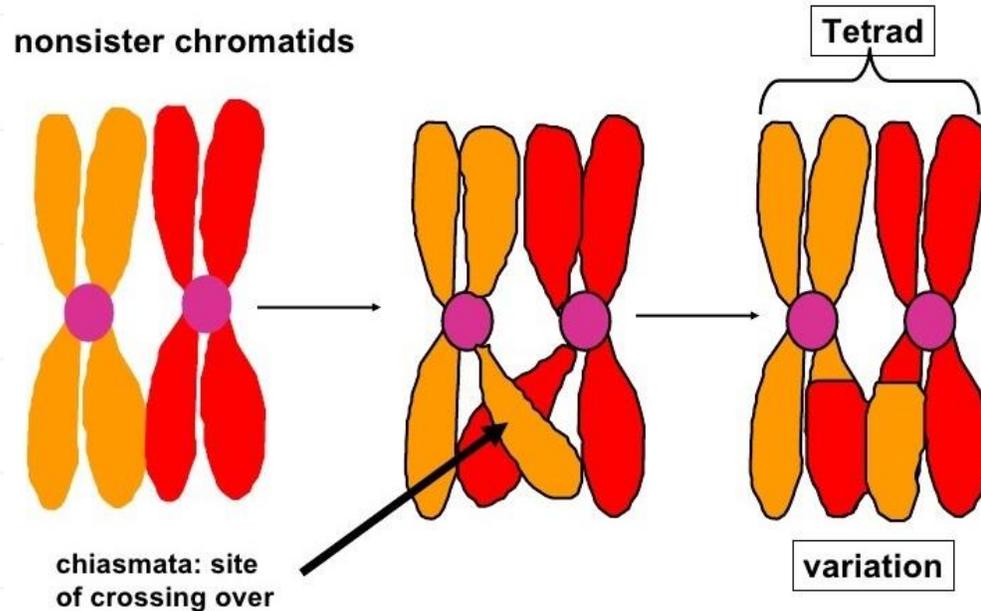
ক্রসিং ওভার

- মায়োসিস-১ এর প্যাকাইটিন উপ-পর্যায়ে এক জোড়া সমসংস্থ ক্রোমোসোমের দুটি নন-সিস্টার ক্রোমাটিড-এর মধ্যে অংশের বিনিময় হওয়াকে ক্রসিং ওভার বলে।
- থমাস হান্ট মর্গান ১৯০৯ সালে ভূঁা উদ্ভিদে প্রথম ক্রসিং ওভার সম্পর্কে ধারণা দেন।



ক্রসিং ওভারের কৌশল

- প্রথমে দুটি নন-সিস্টার ক্রোমাটিড একই স্থান বরাবর ভেঙে যায় (Endonuclease এর কার্যে)।
- পরে একটি অংশের সাথে অপরটির অন্য অংশ পুনরায় জোড়া লাগে ligase-এনজাইমের প্রভাবে। ফলে কায়াজমা (X আকৃতি) সৃষ্টি হয়।
- শেষ পর্যায়ে প্রাপ্তীয়করণের মাধ্যমে ক্রোমাটিডের বিনিময় শেষ হয়।



ক্রসিং ওভারের গুরুত্ব

- জিনগত পরিবর্তন সাধিত হয়।
- জীবে বৈশিষ্ট্যগত পরিবর্তন সাধিত হয়।
- সৃষ্টিকুলে বৈচিত্র্য আসে।
- ক্রসিং ওভারের মাধ্যমে কাম্বিত উন্নত বৈশিষ্ট্য বিশিষ্ট নতুন প্রকরণ সৃষ্টি করা যায়।

- কৃত্রিম উপায়ে ক্রসিং ওভার ঘটিয়ে বংশগতিতে পরিবর্তন আনা সম্ভব।
- ক্রোমোজোম ম্যাপিং-এ ক্রসিং ওভার বৈশিষ্ট্য ব্যবহৃত হয়।
- ক্রোমোজোমে জিনের অবস্থান নির্ণয়।
- জেনেটিক ম্যাপ তৈরি করা।

লেগে থাকো সৎভাবে,
স্বপ্ন জয় তোমারই হবে

ঊদ্ভাস-উন্মেষ শিক্ষা পরিবার