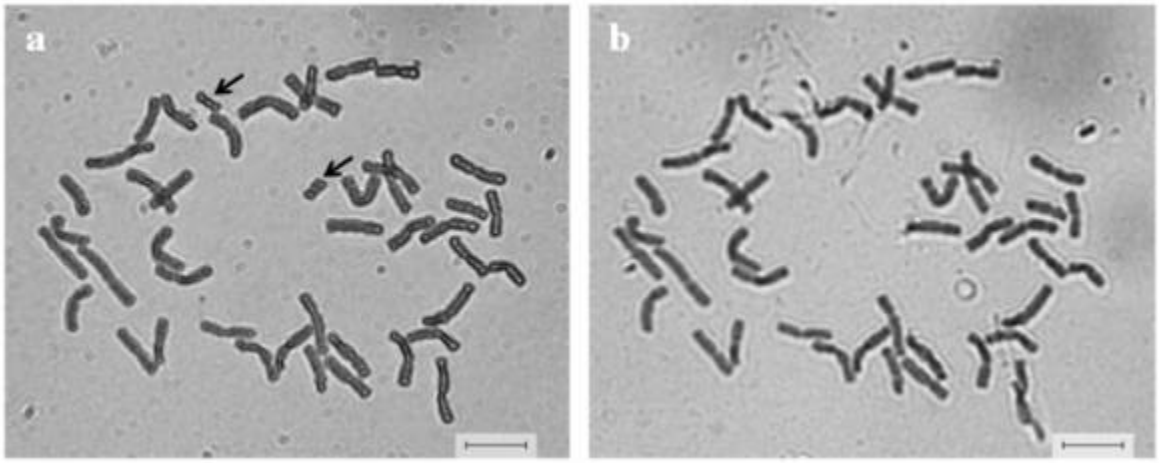
কোষ বিভাজন
(CELL DIVISION)

ইউনিট ৩

ভূমিকা

এককোষী জীব হতে আরম্ভ করে বহুকোষী জীব পর্যন্ড় সকলের ক্ষেত্রেই বিভিন্ন ধরনের কোষ বিভাজন দেখা যায়। এর কোনটি দৈহিক বৃদ্ধি ঘটায়, কোনটি জনন কোষ সৃষ্টি করে, আবার কোনটি দ্বিভাজন পদ্ধতিতে সংখ্যা বৃদ্ধি করে। মাইটোসিস এবং মায়োসিস কোষ বিভাজনের বিভিন্ন পর্যায়সমূহ সম্পর্কে বিস্ড়ারিত বর্ণনা করাই এ ইউনিটের আলোচ্য বিষয়।



মেটাফেজ ক্রোমোসোমের দুটি পে□ট

ইউনিট সমাপ্তির সময়	ইউনিট সমাপ্তির সর্বোচ্চ সময় ০২ সপ্তাহ।

এ ইউনিটের পাঠসমূহ

পাঠ ৩.১ : মাইটোসিসের পর্যায়সমূহ
পাঠ ৩.২ : মায়োসিসের পর্যায়সমূহ
পাঠ ৩.৩ : জীবদেহে মায়োসিসের গুর"ত্ব
পাঠ ৩.৪ : ব্যবহারিক- মাইটোসিস কোষ বিভাজন পর্যবেক্ষণ

পাঠ-৩.১ মাইটোসিসের পর্যায়সমূহ

উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে আপনি-

- কোষ বিভাজন সম্পর্কে বলতে পারবেন।
- কোষ বিভাজনের প্রকারভেদ উলে□খ করতে পারবেন।
- মাইটোসিস কোষ বিভাজনের বৈশিষ্ট্য উলে□খ করতে পারবেন।
- মাইটোসিস সংঘটিত হওয়ার স্থান সম্পর্কে ধারণা দিতে পারবেন।
- মাইটোসিস কোষ বিভাজনের বিভিন্ন পর্যায় সংক্ষেপে বর্ণনা করতে পারবেন।
- মাইটোসিস কোষ বিভাজনের গুর"ত্ব বিশে□ষণ করতে পারবেন।

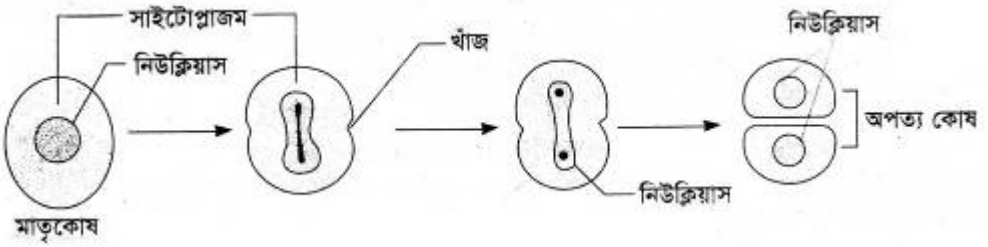
	প্রধান শব্দ	মাইটোসিস, ক্যারিওকাইনেসিস, সাইটোকাইনেসিস

কোষ বিভাজন : বিভাজনের মাধ্যমে সংখ্যাবৃদ্ধি কোষের একটি স্বাভাবিক এবং অতি গুর"ত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য। এককোষী জীব যেমন- ব্যাকটেরিয়া, ঈষ্ট, *Navicula* প্রভৃতি বার বার বিভাজনের মাধ্যমে একটি থেকে অসংখ্য এককোষী জীবে পরিণত হয়। বিশালদেহী একটি বটগাছের সূচনাও কিন্তু একটি মাত্র কোষ জাইগোট হতে। এককোষী নিষিক্ত ডিম্বক হতে কোষ বিভাজন প্রক্রিয়ায় একটি পরিণত মানুষের সৃষ্টি হয়। কোষ বিভাজন একটি মৌলিক ও অত্যাবশ্যকীয় প্রক্রিয়া যার মাধ্যমে জীবের দৈহিক বৃদ্ধি ও বংশ বৃদ্ধি ঘটে।

যে প্রক্রিয়ায় জীবের সংখ্যাবৃদ্ধি, দৈহিক বৃদ্ধি ও জননের উদ্দেশ্যে একটি থেকে দুটি বা চারটি কোষের সৃষ্টি হয় তাকে কোষ বিভাজন বলা হয়। যে কোষটি বিভাজিত হয় তাকে মাতৃকোষ এবং বিভাজনের ফলে যে নতুন কোষ উৎপন্ন হয়, তাকে অপত্য কোষ বলা হয়। Walter Flemming ১৮৮২ খ্রিস্টাব্দে সামুদ্রিক সালামান্ডার কোষে প্রথম কোষ বিভাজন প্রত্যক্ষ করেন। সাধারণত কোষের প্রধান দুটি অংশ থাকে। যেমন- নিউক্লিয়াস এবং সাইটোপ□াজম। কোষ বিভাজন প্রক্রিয়ায় নিউক্লিয়াস এবং সাইটোপ□াজম উভয়েই বিভাজিত হয়। কোষ বিভাজনে কোষের নিউক্লিয়াসের বিভাজনকে বলা হয় ক্যারিওকাইনেসিস এবং সাইটোপ□াজমের বিভাজনকে বলা হয় সাইটোকাইনেসিস।

কোষ বিভাজনের প্রকারভেদ : জীব জগতে তিন প্রকারের কোষ বিভাজন দেখা যায়। যথা- (ক) অ্যামাইটোসিস বা প্রত্যক্ষ কোষ বিভাজন, (খ) মাইটোসিস বা সমীকরণিক কোষ বিভাজন এবং (গ) মায়োসিস বা হ্রাসমূলক কোষ বিভাজন।

(ক) অ্যামাইটোসিস : যে কোষ বিভাজন প্রক্রিয়ায় একটি মাতৃকোষের নিউক্লিয়াস এবং সাইটোপ□াজম উভয়েই সরাসরি বিভক্ত হয়ে দুটি অপত্য কোষের সৃষ্টি করে, তাকে অ্যামাইটোসিস বা প্রত্যক্ষ কোষ বিভাজন বলা হয়। এক্ষেত্রে নিউক্লিয়াসটি সরাসরি দুটি অংশে বিভক্ত হয়। নিউক্লিয়াসটি প্রথমে লম্বা হয় এবং পরে মধ্যখানে ভাগ হয়ে দুটি নিউক্লিয়াসে পরিণত হয়। নিউক্লিয়াস বিভাজনের সাথে সাথে কোষের কোষ প্রাচীরসহ সাইটোপ□াজম মাঝ বরাবর সঙ্কুচিত হতে থাকে। এক সময় বিচ্ছিন্ন হয়। ফলে দুটি অপত্য কোষের সৃষ্টি হয়। পরে অপত্য কোষ দুটি বৃদ্ধি পেয়ে মাতৃকোষের অনুরূপ আকৃতি লাভ করে। ব্যাকটেরিয়া, কতিপয় ঈষ্ট এবং অ্যামিবা প্রভৃতি এককোষী জীবে বিশেষ করে আদিকোষী জীবে এ প্রকার কোষ বিভাজন



দেখা যায়। চিত্র ৩.১.১ : অ্যামাইটোসিস কোষ বিভাজন

(খ) মাইটোসিস : যে কোষ বিভাজন প্রক্রিয়ায় একটি প্রকৃতকোষের নিউক্লিয়াস এবং ক্রোমোসোম উভয়ই একবার করে বিভক্ত হয় তাকে মাইটোসিস কোষ বিভাজন বলা হয়। প্রাণী ও উদ্ভিদের বিভাজন ক্ষমতাসম্পন্ন দৈহিক কোষে মাইটোসিস কোষ বিভাজন ঘটে। জনন মাতৃকোষে মাইটোসিস ঘটে না।

(গ) মায়োসিস : যে কোষ বিভাজন প্রক্রিয়ায় ক্রোমোসোম মাত্র একবার এবং নিউক্লিয়াস পরপর দু'বার বিভক্ত হয়, ফলে সৃষ্ট চারটি কোষে ক্রোমোসোম সংখ্যা (n) মাতৃকোষের ক্রোমোসোম সংখ্যার (2n) অর্ধেক হয়, তাকে মায়োসিস কোষ বিভাজন বলা হয়। মায়োসিস সর্বদা জনন মাতৃকোষে ঘটে। দৈহিক কোষে মায়োসিস কখনই ঘটে না।

মাইটোসিস কোষ বিভাজন

যে জটিল ও ধারাবাহিক প্রক্রিয়ার মাধ্যমে প্রকৃতকোষী জীবের একটি মাতৃকোষ বিভাজনের মাধ্যমে সমআকৃতি ও সমগুণ সম্পন্ন দু'টি অপত্য কোষের সৃষ্টি করে যাদের ক্রোমোসোম সংখ্যা মাতৃকোষের ক্রোমোসোম সংখ্যার সমান তাকে মাইটোসিস বলে। শ□াইখার (১৮৭৯) লক্ষ করেন, একটি দেহকোষীয় নিউক্লিয়াস বিভক্ত হয়ে দুটি অনুরূপ নিউক্লিয়াসে পরিণত হয় এবং তিনি এর নাম দেন ক্যারিওকাইনেসিস। পরবর্তীতে ওয়াল্টার ফ্লেমিং (১৮৮২) এ প্রকার বিভাজনকে মাইটোসিস নামে অভিহিত করেন। মাইটোসিস কোষ বিভাজনে মাতৃকোষের প্রতিটি ক্রোমোসোম সেন্ট্রোমিয়ারসহ লম্বালম্বিভাবে সমান দুটি অংশে ভাগ হয় এবং প্রতিটি অংশ এর নিকটবর্তী মের"তে গমন করে। ফলে নতুন কোষ দুটিতে ক্রোমোসোম সংখ্যা মাতৃকোষের ক্রোমোসোম সংখ্যার সমান থাকে। তাই মাইটোসিস কোষ বিভাজনকে সমীকরণিক বিভাজনও বলা হয়।

মাইটোসিস কোষ বিভাজনের উলে□খযোগ্য বৈশিষ্ট্য

১। মাইটোসিস প্রক্রিয়ায় প্রতিটি ক্রোমোসোম লম্বালম্বিভাবে দুটি ক্রোমাটিডে বিভক্ত হয়।
২। প্রতিটি ক্রোমাটিড তার নিকটস্থ মের"তে পৌঁছে দুটি অপত্য নিউক্লিয়াস সৃষ্টির মাধ্যমে দুটি অপত্য কোষে পরিণত হয়।
৩। অপত্য কোষগুলো মাতৃকোষের সমগুণসম্পন্ন হয়।
৪। অপত্য কোষের ক্রোমোসোম সংখ্যা মাতৃকোষের ক্রোমোসোম সংখ্যার সমান থাকে এবং
৫। অপত্য কোষগুলো বৃদ্ধি পেয়ে এক সময় মাতৃকোষের সমান আয়তনবিশিষ্ট হয়।

মাইটোসিস সংঘটিত হওয়ার স্থান- প্রকৃত নিউক্লিয়াসযুক্ত (উন্নত জীব কোষ) দেহকোষ মাইটোসিস পদ্ধতিতে বিভাজিত হয়। উদ্ভিদের বর্ধনশীল অংশ যথা কা" ও মূলের অগ্রভাগ, ভ্রূণ মুকুল, ভ্রূণ মূল, পুষ্পমুকুল, অগ্রমুকুল, বর্ধনশীল পত্র ইত্যাদির ভাজক টিস্যুর কোষ এ প্রক্রিয়ায় বিভাজিত হয়। প্রাণীর স্নায়ুকোষ ছাড়া সকল দেহকোষও এ প্রক্রিয়ায় বিভাজিত হয়।

চিত্র ৩.১.২ : হাওয়ার্ড ও পেল্ক কোষচক্র

কোষ চক্র : মাইটোসিস একটি পর্যায়ক্রমিক ধারাবাহিক প্রক্রিয়া। প্রক্রিয়াটি শুর"র আগেই নিউক্লিয়াসকে কিছু প্রস্তুতিমূলক কাজ সম্পন্ন করতে হয়। এ অবস্থাকে ইন্টারফেজ বা প্রস্তুতি পর্ব বলা হয়। অর্থাৎ একটি কোষ পরপর দু'বার বিভক্ত হবার মধ্যবর্তী সময়কে বলা হয় ইন্টারফেজ। ইন্টারফেজ পর্যায়ে পরবর্তী বিভাজনের সকল প্রস্তুতি চলতে থাকে। কোষের বিভাজনরত অবস্থা ও প্রস্তুতি পর্যায়কে একসাথে বিবেচনা করে হাওয়ার্ড ও পেল্ক ১৯৫৩ সালে একটি কোষ চক্র পেশ করেন। এতে দেখা যায়, সমগ্র কোষ চক্রের ৯০-৯৫ ভাগ সময় প্রস্তুতিতে এবং মাত্র ৫-১০ ভাগ সময় বিভাজনে ব্যয় হয়। প্রস্তুতি পর্যায়কে আবার তিনটি উপপর্যায়ে ভাগ করা হয়েছে।

যথা- (ক) বিরাম ১ (G-1), (খ) ডিএনএ প্রতিলিপন (Synthesis phase) এবং (গ) বিরাম ২ (G-2)।

(ক) বিরাম ১ (G-1) **:** বিরাম ১ উপপর্যায়ে সাইক্লিন নামক প্রোটিন, অন্যান্য প্রোটিন এবং RNA সংশে□ষিত হয়। এতে শতকরা ৩০-৪০ ভাগ সময় ব্যয় হয়।

(খ) ডিএনএ অনুলিপন : ডিএনএ প্রতিলিপন উপপর্যায়ে- কোষস্থ সকল ক্রোমোসোমের ডিএনএ-এর প্রতিরূপ সৃষ্টি হয়। এখানে শতকরা ৩০-৫০ ভাগ সময় ব্যয় হয়।

(গ) বিরাম ২ (G-2) **:** বিরাম ২ উপপর্যায়ে কোষ বিভাজনের অন্যান্য প্রয়োজনীয় উপাদান প্রস্তুত হয়। এতে শতকরা ১০-২০ ভাগ সময় ব্যয় হয়। কোষের প্রস্তুতি পর্যায় এবং বিভাজন পর্যায়কে সমষ্টিগতভাবে কোষ চক্র বলা হয়। একটি কোষ সৃষ্টি, এর বৃদ্ধি এবং পরবর্তীতে বিভাজন এ তিনটি কাজ যে চক্রের মাধ্যমে সম্পন্ন হয় তাকে বলা হয় কোষ চক্র।

মাইটোসিস কোষ বিভাজনের বিভিন্ন পর্যায় : মাইটোসিস কোষ বিভাজন প্রক্রিয়াকে পাঁচটি পর্যায়ে ভাগ করা হয়েছে। যথা– (ক) প্রোফেজ পর্যায়, (খ) প্রোমেটাফেজ পর্যায়, (গ) মেটাফেজ পর্যায়, (ঘ) অ্যানাফেজ পর্যায় এবং (ঙ) টেলোফেজ পর্যায়।

(ক) প্রোফেজ পর্যায় : মাইটোসিস কোষ বিভাজনের প্রথম পর্যায়কে প্রোফেজ বলা হয়। এ পর্যায়ে কোষের নিউক্লিয়াস আকারে বড় হয়। নিউক্লিয়াস বিশেষ করে ক্রোমোসোমগুলোতে Dehydration অর্থাৎ জল বিয়োজন আরম্ভ হয়। জল বিয়োজনের ফলে ক্রোমোসোমগুলো সংকুচিত হতে থাকে। তাই এরা মোটা ও খাটো হয় এবং স্পষ্ট হতে স্পষ্টতর হতে থাকে। এ পর্যায়ে প্রতিটি ক্রোমোসোম সেন্ট্রোমিয়ার ব্যতীত লম্বালম্বিভাবে দুটি ক্রোমাটিডে বিভক্ত হয় এবং ক্রোমাটিডগুলো সেন্ট্রোমিয়ার অঞ্চলে যুক্ত থাকে। প্রোফেজ পর্যায়ের শেষের দিকে নিউক্লিয়োলাস এবং নিউক্লিয়ার মেমব্রেনের বিলুপ্তি আরম্ভ হয়।

চিত্র ৩.১.৩ : মাইটোসিসের ইন্টারফেজ ও প্রোফেজ পর্যায়

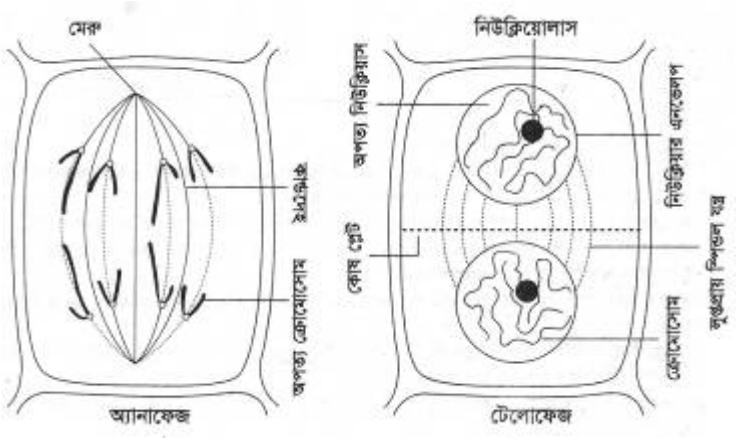
(খ) প্রোমেটাফেজ পর্যায় : প্রোফেজ পর্যায়ের পরবর্তী এবং মেটাফেজ পর্যায়ের অগ্রবর্তী পর্যায়কে প্রোমেটাফেজ বলা হয়। এটি মাইটোসিস কোষ বিভাজনের দ্বিতীয় এবং স্বল্পস্থায়ী দশা। প্রোমেটাফেজ পর্যায়ে নিউক্লিয়োলাস এবং নিউক্লিয়ার মেমব্রেনের বিলুপ্তি ঘটে। এ পর্যায়ে প্রোটিন দিয়ে তৈরি একটি স্পিন্ডল যন্ত্রের আবির্ভাব ঘটে যার দুটি মের থাকে। স্পিন্ডলযন্ত্রে দু'ধরনের তন্তু দেখা যায়। যথা- স্পিন্ডল তন্তু এবং ক্রোমোসোমাল তন্তু (ট্র্যাকশন ফাইবার)। স্পিন্ডলতন্তুগুলো এক মের থেকে আর এক মের পর্যন্ড় বিস্ড়ৃত থাকে এবং ক্রোমোসোমাল তন্তু ক্রোমোসোমের সেন্ট্রোমিয়ারের সাথে যুক্ত থাকে। স্পিন্ডল যন্ত্রের মধ্যভাগকে বিষুবীয় অঞ্চল বলা হয়। প্রোমেটাফেজ পর্যায়ের শেষের দিকে ক্রোমোসোমগুলো বিষুবীয় অঞ্চলে আসতে শুর করে।

(গ) মেটাফেজ পর্যায় : মেটাফেজ পর্যায়ের প্রথমেই ক্রোমোসোমগুলো স্পিন্ডল যন্ত্রের বিষুবীয় অঞ্চলে এসে অবস্থান করে। স্পিন্ডল যন্ত্রের বিষুবীয় অঞ্চলে ক্রোমোসোমের অবস্থানকে মেটাকাইনেসিস বলা হয়। এ পর্যায়ে ক্রোমাটিডগুলো সবচেয়ে বেশি মোটা, খাটো ও স্পষ্ট দেখা যায়। তাই মেটাফেজ পর্যায়ে কোষে অবস্থিত ক্রোমোসোমের সংখ্যা, আকার ও আকৃতি নির্ণয় করা যায়। মেটাফেজ পর্যায়ের শেষের দিকে সেন্ট্রোমিয়ারের বিভাজন শুর হয়।

চিত্র ৩.১.৪ : মাইটোসিসের প্রো-মেটাফেজ ও মেটাফেজ পর্যায়

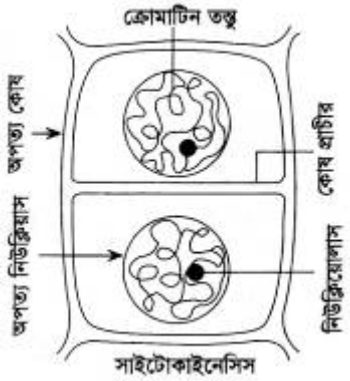
(ঘ) অ্যানাফেজ পর্যায় : অ্যানাফেজ পর্যায়ের প্রথমেই প্রত্যেকটা ক্রোমোসোমের সেন্ট্রোমিয়ার দু'ভাগে বিভক্ত হয়। ফলে দুটি সেন্ট্রোমিয়ারের সৃষ্টি হয় এবং ক্রোমাটিড দুটি আলাদা হয়ে পড়ে। এ অবস্থায় প্রতিটি ক্রোমাটিডকে অপত্য ক্রোমোসোম বলা হয় এবং এদের প্রত্যেকের একটি করে সেন্ট্রোমিয়ার থাকে। এ সময় অপত্য ক্রোমোসোমগুলোর মধ্যে বিকর্ষণ শক্তি বৃদ্ধি পায় ফলে এরা বিষুবীয়

অঞ্চল থেকে মেরু অঞ্চলের দিকে যায়। প্রত্যেকটা ক্রোমোসোমের অর্ধেক এক মেরুর দিকে এবং বাকি অর্ধেক অপর মেরুর দিকে যেতে থাকে। প্রত্যেক ক্রোমোসোমের মেরুর দিকে চলনের সময় সেন্ট্রোমিয়ার অগ্রগামী এবং বাহু অনুগামী হয়। অপত্য ক্রোমোসোমগুলো মেরুর কাছাকাছি পৌঁছালেই অ্যানাফেজ বা গতি পর্যায়টি শেষ হয়। এ সময় ক্রোমোসোমের প্যাঁচ খুলে এরা দৈর্ঘ্যে বৃদ্ধি পেতে থাকে।



চিত্র ৩.১.৫ : মাইটোসিসের অ্যানাফেজ ও টেলোফেজ

(ঙ) টেলোফেজ পর্যায় : টেলোফেজ হলো মাইটোসিস কোষ বিভাজনের শেষ পর্যায় এবং এতে যে সব পরিবর্তন দেখা যায় তা প্রোফেজ পর্যায়ে যে সব ঘটনা ঘটে তার ঠিক বিপরীত অবস্থা। অপত্য ক্রোমোসোমগুলো বিপরীত মেরুতে এসে পৌঁছায়। ক্রোমোসোমগুলোতে পুনরায় পানিযোজন অর্থাৎ Hydration শুরু হয়। এ সময় ক্রোমোসোমগুলো প্রসারিত হয়। ফলে ক্রোমোসোমগুলো সরু ও লম্বা হতে থাকে এবং ক্রমান্বয়ে অদৃশ্য হয়। এ সময় ক্রোমোসোমগুলো জড়িয়ে নিউক্লিয়ার রেটিকুলাম গঠন করে এবং নিউক্লিয়োলাসের পুনঃআবির্ভাব ঘটে। নিউক্লিয়ার রেটিকুলামকে ঘিরে পুনরায় নিউক্লিয়ার এনভেলাপের সৃষ্টি হয়। ফলে দু'মেরুতে দুটি অপত্য নিউক্লিয়াস গঠিত হয়। স্পিন্ডল ফাইবারগুলো ধীরে ধীরে বিলুপ্ত হয়।



সাইটোকাইনেসিস : টেলোফেজ পর্যায়ের শেষের দিকে সাইটোকাইনেসিস আরম্ভ হয়। এ সময় বিষুবীয় তলে অবস্থানরত এন্ডোপ্লাজমিক জালিকার ছোট ছোট অংশগুলো জমা হয় এবং পরবর্তীতে মিলিত হয়ে কোষ পেট গঠন করে। সাইটোপ্লাজমিক অঙ্গাণুসমূহের সুষম বণ্টন ঘটে ফলে দুটি অপত্য কোষ সৃষ্টি হয়। এভাবেই মাইটোসিস কোষ বিভাজন সম্পন্ন হয়।

চিত্র ৩.১.৬ : সাইটোকাইনেসিস

মাইটোসিস কোষ বিভাজনের গুরুত্ব : জীবের জন্য মাইটোসিস কোষ বিভাজন অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। কারণ জীবদেহে এরা গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে। যেমন-

১। **নিউক্লিয়াস ও সাইটোপ্লাজমের ভারসাম্য রক্ষা-** মাইটোসিস কোষ বিভাজনের ফলে নিউক্লিয়াস ও সাইটোপ্লাজমের ভারসাম্য রক্ষিত হয়। তাই কোষের স্বাভাবিক আকার, আকৃতি ও আয়তন বজায় থাকে।

২। **দৈহিক বৃদ্ধি-** মাইটোসিসের মাধ্যমে বহুকোষী জীবের দৈহিক বৃদ্ধি ঘটে। ফলে এককোষী জাইগোট প্রথমে বহুকোষী ভ্রূণে পরিণত হয়। পরে ভ্রূণ থেকে একই প্রক্রিয়ায় পূর্ণাঙ্গ জীবের সৃষ্টি হয়।

৩। **ক্রোমোসোমের সমতা রক্ষা-** মাইটোসিস কোষ বিভাজনের ফলে মাতৃকোষের ক্রোমোসোম সংখ্যা অপত্য কোষেও বর্তমান থাকে। তাই ক্রোমোসোমের সমতা রক্ষিত হয়।

৪। **বংশবৃদ্ধি-** এককোষী সুকেন্দ্রিক জীব মাইটোসিস প্রক্রিয়ায় বংশবৃদ্ধি করে। যেমন- *Chlamydomonas*।

৫। **অঙ্গজ প্রজনন-** মাইটোসিস এর ফলে অঙ্গজ প্রজনন সাধিত হয়।

৬। **ক্ষতস্থান পূরণ-** জীবের কোন স্থানে ক্ষত সৃষ্টি হলে সে স্থান পূরণ করতে মাইটোসিস কোষ বিভাজন অপরিহার্য ভূমিকা পালন করে।

৭। **কোষের পুনরুৎপাদন-** জীবদেহে কিছু কিছু কোষ আছে যাদের আয়ুষ্কাল নির্দিষ্ট। এসব কোষ বিনষ্ট হলে মাইটোসিসের মাধ্যমে এদের পূরণ ঘটে।

৮। **জনন কোষের সংখ্যাবৃদ্ধি-** জনন কোষের সংখ্যাবৃদ্ধিতেও মাইটোসিস গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

৯। **গুণগত স্থিতিশীলতা রক্ষা-** মাইটোসিস কোষ বিভাজনের ফলে একই ধরনের কোষের উৎপত্তি হয়। তাই জীব

জগতের গুণগত স্থিতিশীলতা বজায় রাখতে মাইটোসিস গুর"ত্বপূর্ণ অবদান রাখে।

১০। **জননাঙ্গ সৃষ্টি-** মাইটোসিস প্রক্রিয়ায় বহুকোষী জীবের জননাঙ্গ সৃষ্টি হয়, যা বংশবৃদ্ধির ক্রমধারা বজায় রাখতে সহায়তা করে।

এভাবেই মাইটোসিস কোষ বিভাজন জীবের জন্য অত্য"ড় গুর"ত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

শিক্ষার্থীর কাজ	মাইটোসিসের পর্যায়গুলো কালার পেন্সিল দিয়ে আর্ট পেপারে এঁকে ক্লাসে উপস্থাপন কর"ন

সারসংক্ষেপ

যে প্রক্রিয়ায় একটি থেকে দুটি বা চারটি কোষের সৃষ্টি হয় তাকে কোষ বিভাজন বলা হয়। যে কোষটি বিভাজিত হয় তাকে মাতৃকোষ এবং বিভাজনের ফলে যে নতুন কোষ উৎপন্ন হয়, তাকে অপত্য কোষ বলা হয়। Walter Flemming (১৮৮২) সামুদ্রিক সালামান্ডার কোষে প্রথম কোষ বিভাজন প্রত্যক্ষ করেন। সাধারণত কোষের প্রধান দুটি অংশ থাকে। যেমন- নিউক্লিয়াস এবং সাইটোপ□াজম। কোষের বিভাজনরত অবস্থা ও প্রস্তুতি পর্যায়কে একসাথে বিবেচনা করে হাওয়ার্ড ও পেল্ক ১৯৫৩ সালে একটি কোষ চক্র পেশ করেন। এতে দেখা যায়, সমগ্র কোষ চক্রের ৯০-৯৫ ভাগ সময় প্রস্তুতিতে এবং মাত্র ৫-১০ ভাগ সময় বিভাজনে ব্যয় হয়। প্রস্তুতি পর্যায়কে আবার তিনটি উপপর্যায়ে ভাগ করা হয়েছে। যথা- বিরাম ১, ডিএনএ অনুলিপন এবং বিরাম ২। মাইটোসিস কোষ বিভাজন প্রক্রিয়াকে পাঁচটি পর্যায়ে ভাগ করা হয়েছে। যথা– (ক) প্রোফেজ পর্যায়, (খ) প্রোমেটাফেজ পর্যায়, (গ) মেটাফেজ পর্যায়, (ঘ) অ্যানাফেজ পর্যায় এবং (ঙ) টেলোফেজ পর্যায়।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৩.১

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (√) চিহ্ন দিন।

১। মাইটোসিসকে কয়টি ভাগে ভাগ করা যায় ?

(ক) ২ (খ) ৩ (গ) ৪ (ঘ) ৫

২। মাইটোসিসের বৈশিষ্ট্য হলো-

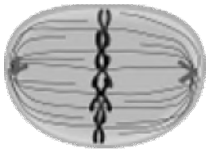
i. প্রতিটি ক্রোমোসোম লম্বালম্বিভাবে দুটি ক্রোমাটিডে বিভক্ত হয়

ii. অপত্য কোষগুলো মাতৃকোষের সমগুণসম্পন্ন হয়

iii. অপত্য কোষের ক্রোমোসোম সংখ্যা মাতৃকোষের ক্রোমোসোম সংখ্যার সমান থাকে

নিচের কোনটি সঠিক ?

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii, ও iii



৩। উলি- খিত চিত্রটি মাইটোসিস কোষ বিভাজনের কোন পর্যায়ের ?

(ক) প্রোফেজ (খ) প্রোমেটাফেজ (গ) মেটাফেজ (ঘ) অ্যানাফেজ

৪। উলি- খিত চিত্রে ক্রোমোসোম কোষের যে স্থানে অবস্থান নিয়েছে সে স্থানের নাম কী ?

(ক) মের" অঞ্চল (খ) কেন্দ্রীয় অঞ্চল (গ) বিষুবীয় অঞ্চল (ঘ) উপ বিষুবীয় অঞ্চল

পাঠ-৩.২ মায়োসিসের পর্যায়সমূহ

উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে আপনি-

- মায়োসিস সম্পর্কে বলতে পারবেন।
- মায়োসিস কোথায় ঘটে তা ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- মায়োসিস কোষ বিভাজনের পর্বসমূহ বর্ণনা করতে পারবেন।
- মায়োসিস কোষ বিভাজনের উলে□খযোগ্য বৈশিষ্ট্য উলে□খ করতে পারবেন।
- জীবনের ধারাবাহিকতা রক্ষায় মায়োসিসের অবদান বিশে□ষণ করতে পারবেন।

	প্রধান শব্দ	কায়েজমা, ক্রসিংওভার, সিন্যাপসিস

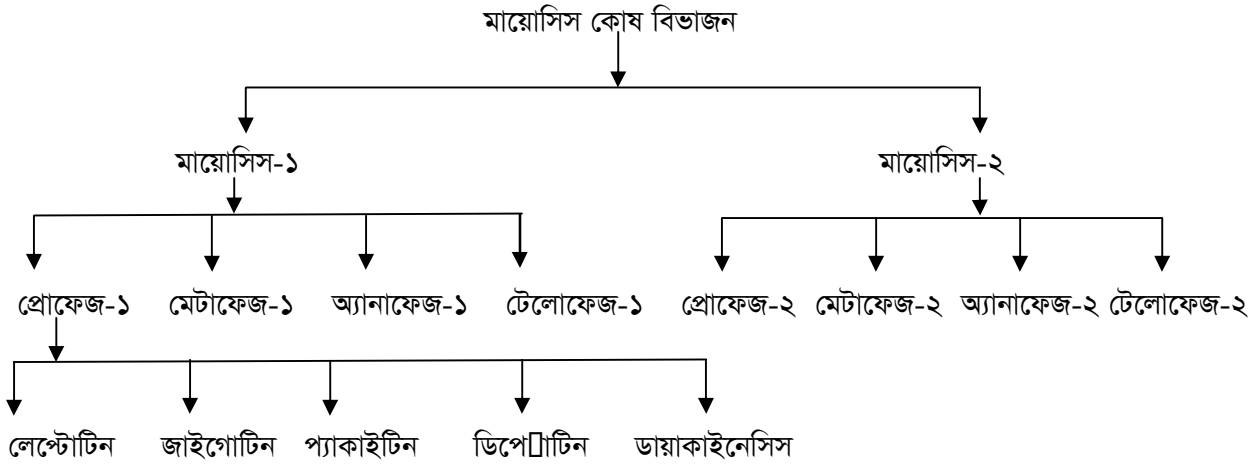
মায়োসিস কোষ বিবাজন : মায়োসিস একটি বিশেষ ধরনের কোষ বিভাজন প্রক্রিয়া যাতে মাতৃকোষের নিউক্লিয়াসটি দু'বার কিন্তু ক্রোমোসোমসমূহ একবার বিভাজিত হয়, ফলে সৃষ্ট চারটি কোষে ক্রোমোসোম সংখ্যা মাতৃকোষের ক্রোমোসোম সংখ্যার অর্ধেক হয়। তাই এ ধরনের বিভাজনকে হ্রাসমূলক বিভাজন বলে। বেনেডিন এবং হাউসার (১৮৮৩) কৃমির গ্যামিটে হ্যাপ□য়েড (n) সংখ্যক ক্রোমোসোম আবিষ্কার করেন। Strashburger ১৮৮৮ সালে পুষ্পক উদ্ভিদের জনন মাতৃকোষের ক্রোমোসোমে হ্রাসমুলক বিভাজন প্রত্যক্ষ করেন। J. B. Farmer ও J. E. Moore ১৯০৫ সালে সর্বপ্রথম হ্রাসমুলক বিভাজনকে মায়োসিস বলেন।

মায়োসিস কোষ বিভাজন কোথায় ঘটে : মায়োসিস সর্বদা জনন মাতৃকোষে সম্পন্ন হয়। কখনই দৈহিক কোষে মায়োসিস ঘটে না। মায়োসিস সর্বদাই ডিপ□য়েড (2n) সংখ্যক ক্রোমোসোমবিশিষ্ট কোষে সংঘটিত হয়। নিম্নশ্রেণির জীবে (হ্যাপ□য়েড) মায়োসিস ঘটে নিষেকের পর জাইগোটে। অপরদিকে উচ্চশ্রেণির জীবে (ডিপ□য়েড) মায়োসিস হয় নিষেকের পূর্বে জনন মাতৃকোষ থেকে গ্যামিট সৃষ্টির সময়। ডিপ□য়েড জীবে গ্যামিট সৃষ্টির সময় জনন মাতৃকোষে এবং হ্যাপ□য়েড জীবের জাইগোটে মায়োসিস ঘটে বিধায় প্রজাতির বৈশিষ্ট্য বংশ পরম্পরায় টিকে থাকে।

মায়োসিস কোষ বিভাজনের পর্ব

মাইটোসিসের ন্যায় মায়োসিসও একটি অবিচ্ছিন্ন ধারাবাহিক প্রক্রিয়া। কোষ, নিউক্লিয়াস এবং ক্রোমোসোম এর বিভক্তির উপর ভিত্তি করে মায়োসিস কোষ বিভাজনকে দুটি পর্বে ভাগ করা হয়। যথা- (ক) মায়োসিস-১ এবং (খ) মায়োসিস-২। মায়োসিস প্রক্রিয়ায় একটি কোষ পরপর দু'বার বিভক্ত হয়।

কোষের প্রথম বিভাজনের সময় অপত্য কোষে ক্রোমোসোম সংখ্যা মাতৃকোষের ক্রোমোসোম সংখ্যার অর্ধেক হয়। প্রথম বিভাজনের জন্য একে মায়োসিস-১ নামকরণ করা হয়েছে। যেহেতু মায়োসিস-১ এ ক্রোমোসোম সংখ্যা হ্রাস পায় তাই মায়োসিস কোষ বিভাজনকে হ্রাসমুলক বিভাজনও বলা হয়। মায়োসিস কোষ বিভাজনে মায়োসিস-১ সবচেয়ে তাৎপর্যপূর্ণ। কারণ এ পর্যায়ে ক্রোমোসোম সংখ্যা অর্ধেক হ্রাস পায় এবং ক্রসিং ওভার ঘটে। একজোড়া সমসংস্থ ক্রোমোসোমের দুটি নন-সিস্টার ক্রোমাটিড এর মধ্যে অংশের বিনিময়কে বলা হয় ক্রসিংওভার। এরপর কোষের দ্বিতীয় বিভাজনকে মায়োসিস-২ বলা হয়। মায়োসিস-২ এর প্রধান তাৎপর্য হলো দুটি কোষ থেকে চারটি কোষের উৎপত্তি। এটি মূলত মাইটোসিস কোষ বিভাজনের ন্যায়।



ছক ৩.২ : মায়োসিস কোষ বিভাজনের পর্যায়সমূহ

(ক) মায়োসিস-১ : মায়োসিসের এ পর্যায়ে ডিপ□য়েড (2n) কোষের ক্রোমোসোম সংখ্যা হ্রাস পেয়ে অর্ধেক হয় এবং সমসংস্থ (Homologous) ক্রোমোসোমের মধ্যে পারস্পরিক অংশের বিনিময় (Crossing Over) হয়। মায়োসিস-১ কে পুনরায় ১। প্রোফেজ-১, ২। মেটাফেজ-১, ৩। অ্যানাফেজ-১ ও ৪। টেলোফেজ-১ এ চারটি পর্যায়ে ভাগ করা হয়।

১। প্রোফেজ-১ : প্রোফেজ-১ পর্যায়টি দীর্ঘস্থায়ী। এ পর্যায়ে নিউক্লিয়াসটি আকারে বৃদ্ধি পায় এবং ক্রোমোসোমের DNA এর পরিমাণ প্রায় দ্বিগুণ হয়। এ পর্যায়কে পাঁচটি উপ পর্যায়ে ভাগ করা হয়েছে। যথা– i. লেপ্টোটিন, ii. জাইগোটিন, iii. প্যাকাইটিন, iv. ডিপে□াটিন এবং v. ডায়াকাইনেসিস।

i. লেপ্টোটিন (Leptotene, গ্রীক Leptos = চিকন, পাতলা ; Tene = সুতা)- প্রোফেজ-১ এর লেপ্টোটিন উপ পর্যায়ে নিউক্লিয়াসে পানি বিয়োজন শুর" হয়। ক্রমাগত পানি বিয়োজনের ফলে ক্রোমোসোমও ক্রমান্বয়ে সংকুচিত ও পুর" হতে থাকে। যৌগিক অণুবীক্ষণযন্ত্রে ক্রোমোসোমগুলোকে সুতার ন্যায় মনে হয়। ক্রোমোসোমগুলো অবিভক্ত, দীর্ঘ ও জট পাকানো অবস্থায় থাকে বলে এদের প্রকৃত সংখ্যা নির্ণয় করা যায় না। প্রতিটি

ক্রোমোসোমে বহু ক্রোমোমিয়ার দেখা যায়।

চিত্র ৩.২.১ : মায়োসিস-১ এর প্রোফেজ-১ এর লেপ্টোটিন ও জাইগোটিন

ii. জাইগোটিন (Zygotene, গ্রীক Zygos = জোড়া, Tene = সুতা)- এ উপপর্যায়ে সমসংস্থ বা হোমোলোগাস (Homologous- একই আকৃতি ও জিনের একই প্রকার সজ্জারীতিসম্পন্ন ক্রোমোসোমদ্বয় যার একটি ঐ জীবের মাতা ও অন্যটি পিতা থেকে আসে) ক্রোমোসোমগুলো পাশাপাশি অবস্থান করে। হোমোলোগাস ক্রোমোসোমদ্বয়ের মধ্যে পরস্পর আকর্ষণের ফলে একটি জোড়ার সৃষ্টি হয় এবং পরস্পরের সাথে জোড়া সৃষ্টি করাকে সিন্যাপসিস (Synapsis) বলে। হোমোলোগাস ক্রোমোসোমের প্রত্যেকটি জোড়াকে এক একটি বাইভেলেন্ট (Bivalent) বলে। কাজেই কোষে যতগুলো ক্রোমোসোম থাকবে তার অর্ধেক সংখ্যক বাইভেলেন্ট সৃষ্টি হবে। এ উপপর্যায়ে নিউক্লিয়ার এনভেলাপ ও নিউক্লিয়োলাস অবিকৃত অবস্থায় থাকে।

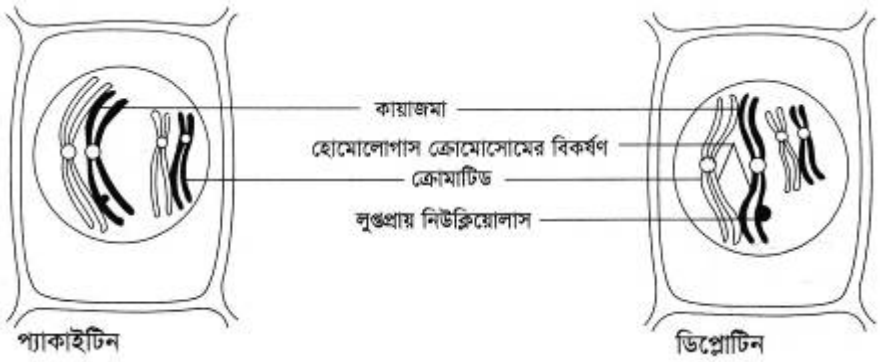
iii. প্যাকাইটিন (Pachytene, গ্রীক- Pachys = মোটা, পুর ; Tene = সুতা)- এ উপপর্যায়ে ক্রোমোসোমগুলো আরও মোটা ও খাটো হয়। বাইভেলেন্টের প্রতিটি ক্রোমোসোম সেন্ট্রোমিয়ার অংশ ব্যতীত দৈর্ঘ্য বরাবর বিভক্ত হয়। ফলে প্রতি বাইভেলেন্টে দুটি সেন্ট্রোমিয়ার ও চারটি ক্রোমাটিড থাকে। প্যাকাইটিনের পূর্বে প্রতিটি ক্রোমোসোমের দুটি করে ক্রোমাটিড দেখা যায় না। এখানে উলে□খ্য যে, একই মাতৃ ক্রোমোসোমের দুটি ক্রোমাটিডকে সিস্টার ক্রোমাটিড (Sister Chromatid) এবং একই বাইভেলেন্ট বা জোড়ার প্রতিটি ক্রোমোসোম থেকে একটি করে ক্রোমাটিড নিয়ে গঠিত দুটি ক্রোমাটিডকে নন সিস্টার ক্রোমাটিড (Non sister Chromatid) বলা হয়। এ উপপর্যায়ে ক্রোমোসোমগুলো আরও মোটা ও খাটো হয়, তবে এ উপপর্যায়ের শেষের দিকে বাইভেলেন্ট ক্রোমোসোমগুলোর মধ্যে আকর্ষণ শক্তির পরিবর্তে বিকর্ষণ শক্তি পরিলক্ষিত হয়। এজন্য বাইভেলেন্টের ক্রোমোসোম দুটি পরস্পর হতে পৃথক হতে থাকে। এ সময় বাইভেলেন্টের দুটি নন সিস্টার ক্রোমাটিড বিভিন্নস্থানে 'X' চিহ্নের ন্যায় যুক্ত থাকে। দু'টি নন সিস্টার ক্রোমাটিডের 'X' চিহ্নিত জোড়াস্থলকে একবচনে কায়েজমা এবং বহুবচনে কায়াজমা বলে। নন সিস্টার ক্রোমাটিডের এরূপ পরস্পর অংশ বিনিময়ের প্রক্রিয়াকে ক্রসিং ওভার বলে। ক্রসিং ওভারের ফলে ক্রোমোসোমের যে অংশের বিনিময় হয়, তাতে ক্রোমোসোমের গুণগতমানের পরিবর্তন সাধিত হয়। এ উপপর্যায়েও নিউক্লিয়ার মেমব্রেন ও নিউক্লিয়োলাস দেখা যায়।

iv. ডিপে□াটিন (Diplotene, গ্রীক- Diplos = ডবল ; Tene = সুতা)- এ উপপর্যায়ে ক্রোমোসোমগুলো আরও মোটা ও খাটো হয়। বাইভেলেন্টের দুটি ক্রোমোসোম একে অপরের থেকে আরও দূরে সরে যেতে থাকে কিন্তু কায়াজমা স্থানে বাধা পায়। ক্রোমোসোমদ্বয়ের পরস্পরের প্রতি এ বিকর্ষণ একসঙ্গে কয়েকস্থানে শুর হতে পারে। তবে সাধারণত প্রথমে সেন্ট্রোমিয়ারদ্বয়ের মধ্যে শুর হয়। ক্রোমোসোম দুটির বিকর্ষণ বৃদ্ধির সাথে সাথে কায়াজমা ক্রোমোসোমের প্রান্তের দিকে সরে যেতে থাকে। ক্রোমোসোমের প্রান্তের দিকে কায়াজমার এ গমনকে প্রান্তীয়করণ (Terminalization) বলে। বিকর্ষণের ফলে দুটি কায়াজমার মধ্যবর্তী স্থানে ফাঁসের (Loop) সৃষ্টি হয়। অতঃপর ক্রোমোসোমের বাহুসমূহের তথা লুপ সমূহের পারস্পরিক আবর্তন দেখা যায়। যেখানে বাহুদ্বয়ের মধ্যে একটিমাত্র কায়াজমা থাকে, সেখানে বাহুদ্বয় ১৮০° কোণ উৎপন্ন করে অবস্থান করে।

চিত্র ৩.২.২ : মায়োসিস-১ এর প্রোফেজ-১ এর প্যাকাইটিন ও ডিপে□াটিন

v. ডায়াকাইনেসিস (Diakinesis, গ্রীক- Dia = অপর পাশে ; Kinesis = সমাবেশ)- এ উপ পর্যায়ে ক্রোমোসোমগুলো আরও মোটা ও খাটো হয়। প্রান্ড়ীয়করণ তখনও চলতে থাকে এবং শেষে কায়াজমাগুলো বাইভেলেন্টের প্রান্ড়ে পৌঁছায়। বাইভেলেন্টগুলো নিউক্লিয়াসের কেন্দ্রস্থল হতে পরিধির দিকে চলে আসে। নিউক্লিয়োলাস অদৃশ্য হয় এবং নিউক্লিয়ার এনভেলাপ এর অবলুপ্তি ঘটতে থাকে। এ উপপর্যায়ের শেষ ভাগে নিউক্লিয়ার এনভেলাপের সম্পূর্ণ অবলুপ্তি ঘটে।

২। মেটাফেজ-১ : এটি মাইটোসিসের মেটাফেজের অনুরূপ, তবে বিষুবীয় অঞ্চলে বিভক্ত ক্রোমোসোমের পরিবর্তে বাইভেলেন্টগুলো বিন্যস্ড় থাকে। বাইভেলেন্টের দুটি সেন্ট্রোমিয়ারের একটি এক মের"র দিকে (যেমন- উপরের মের"র দিকে) এবং অন্যটি অপর মের"র দিকে (যেমন- নিচের মের"র দিকে) মুখ করে অবস্থান করে এবং সেন্ট্রোমিয়ার দুটি বিষুবীয় রেখা হতে সমদূরে থাকে। কতিপয় আকর্ষণ তন্তুর সাথে (একে ক্রোমোসোমাল তন্তু বা ট্র্যাকশন ফাইবার বলা হয়) ক্রোমোসোমের সেন্ট্রোমিয়ার যুক্ত থাকে।



চিত্র ৩.২.৩ : মায়োসিস-১ এর প্রোফেজ-১ এর ডায়াকাইনেসিস এবং মেটাফেজ-১

৩। অ্যানাফেজ-১ : এ পর্যায়ে বাইভেলেন্টের দুটি ক্রোমোসোম (ক্রোমাটিড নয়) দু'বিপরীত মেরুর দিকে অগ্রসর হতে থাকে। ক্রোমোসোমের এ ধরনের চলনের সময় সেন্ট্রোমিয়ার অগ্রগামী হয় এবং ক্রোমোসোমের বাহু অনুগামী হয়। ফলে ক্রোমোসোমগুলো V (মেটাসেন্ট্রিক), L (সাবমেটাসেন্ট্রিক), J (অ্যাক্রোসেন্ট্রিক) ও I (টেলোসেন্ট্রিক) প্রভৃতি আকার ধারণ করে। এ পর্যায়ে প্রতিটি কোষ মেরু অভিমুখে দেহ কোষীয় ক্রোমোসোমের অর্ধেক সংখ্যক ক্রোমোসোম গমন করে। অর্থাৎ প্রতিটি মেরুতে ক্রোমোসোম সংখ্যা হয় n।

৪। টেলোফেজ-১ : এ পর্যায়ে

ক্রোমোসোমগুলো মেরুপ্রান্তে চলে আসে। প্রান্তে পৌঁছানো ক্রোমোসোমগুলোর পাক খুলে এবং পানি যোজনের ফলে লম্বা সরু সুতার ন্যায় ক্রোমাটিড গঠন করে। নিউক্লিয়োলাসের পুনরাবির্ভাব হয় এবং নিউক্লিয়ার এনভেলাপের সৃষ্টি হয়। এভাবে দু'টি অপত্য নিউক্লিয়াসের সৃষ্টি হয় যাদের ক্রোমোসোম সংখ্যা মাতৃকোষের (2n) অর্ধেক সংখ্যক (n) হয়।

চিত্র ৩.২.৪ : মায়োসিস-১ এর অ্যানাফেজ-১ ও টেলোফেজ-১

ইন্টারকাইনেসিস : মায়োসিস প্রক্রিয়ায় নিউক্লিয়াসের প্রথম ও দ্বিতীয় বিভক্তির অন্তর্বর্তীকালীন বা মধ্যবর্তী সময়কে ইন্টারকাইনেসিস বলা হয়। এ সময়ে দরকারী আরএনএ (RNA), প্রোটিন ইত্যাদি সংশ্লেষিত হয়। ডিএনএ (DNA) এর প্রতিরূপ বা অনুলিপন ঘটে না।

(খ) মায়োসিস-২ : মায়োসিস-১ দ্বারা সৃষ্ট প্রতিটি নিউক্লিয়াস মায়োসিস-২ দ্বারা বিভক্ত হয় এবং মায়োসিস-২ কে আবার চারটি পর্যায়ে ভাগ করা হয়। যথা- ১। প্রোফেজ-২, ২। মেটাফেজ-২, ৩। অ্যানাফেজ-২ এবং ৪। টেলোফেজ-২। এ বিভাজনটি ঘটে মূলত মাইটোসিস কোষ বিভাজন প্রক্রিয়ার অনুরূপ। মাইটোসিসের সময় ডিএনএ অণুর যে প্রতিরূপ সৃষ্টি হয় তা এখানে দরকার হয় না। কারণ প্রক্রিয়াটি প্রোফেজ-১ ধাপের আগেই সম্পন্ন হয়। মায়োসিস-২ সংঘটিত হয় হ্যাপ্লয়েড (n) নিউক্লিয়াসে। এরূপ প্রতিটি নিউক্লিয়াস থেকে পরিণামে দুটি করে হ্যাপ্লয়েড নিউক্লিয়াস উৎপন্ন হয়। কাজেই সম্পূর্ণ মায়োসিসে চারটি হ্যাপ্লয়েড (n) নিউক্লিয়াস তথা চারটি হ্যাপ্লয়েড (n) কোষ উৎপন্ন হয়।

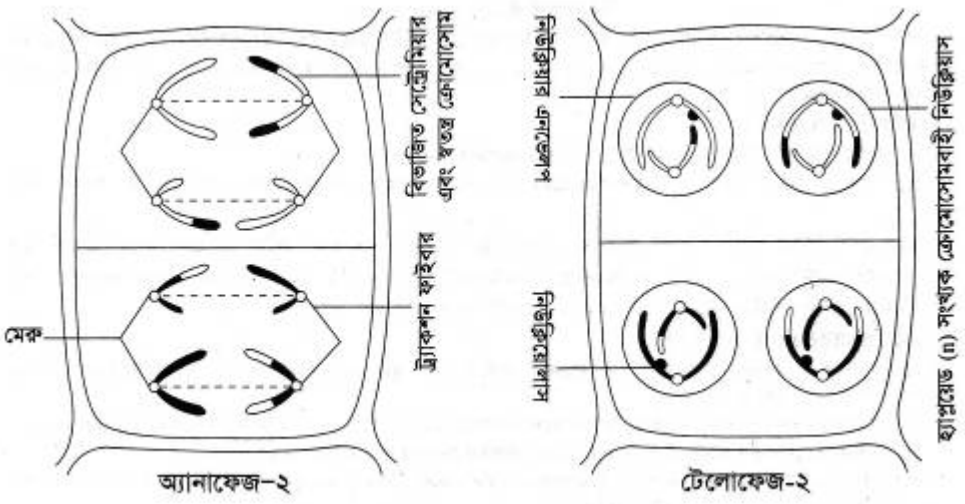
১। প্রোফেজ-২ : এ পর্যায়ে নিউক্লিয়াস আকারে বড় হয় এবং পানি বিয়োজনের ফলে ক্রোমোসোমগুলো পুনরায় সংকুচিত হয়। ফলে ক্রোমোসোমগুলো মোটা ও খাটো হয়। ক্রোমোসোমগুলো ক্রোমাটিডে বিভক্ত অবস্থায় থাকে। এ পর্যায়ের শেষে নিউক্লিয়োলাস ও নিউক্লিয়োপর্দা অদৃশ্য হয়।

২। মেটাফেজ-২ : এ পর্যায়ে ক্রোমোসোমগুলো বিষুবীয় অঞ্চলে বিন্যস্ত থাকে এবং আরও মোটা ও খাটো হয়। শেষ পর্যায়ে সেন্ট্রোমিয়ার বিভক্ত হয়, ফলে প্রতিটি ক্রোমাটিড তার নিজস্ব সেন্ট্রোমিয়ার লাভ করে।

চিত্র ৩.২.৫ : মায়োসিস-২ এর প্রোফেজ-২ ও মেটাফেজ-২

৩। অ্যানাফেজ-২ : ক্রোমাটিড থেকে উৎপন্ন অপত্য-ক্রোমোসোমগুলো আকর্ষণ তন্তুর (ক্রোমোসোমাল তন্তুর) সংকোচনের ফলে দু'মেরুতে সমভাবে বণ্টিত হয়। আকর্ষণ তন্তুর সংকোচন ও ক্রোমাটিডগুলোর পারস্পরিক বিকর্ষণের ফলে ক্রোমোসোমগুলো মেরুর দিকে অগ্রসর হয় এবং শেষে মেরুতে পৌঁছায়।

৪। টেলোফেজ-২ : এ পর্যায়ে ক্রোমোসোমগুলোতে পানিযোজন ঘটে, ফলে ক্রোমোসোমগুলো সরু ও লম্বা হতে থাকে এবং রঞ্জক ধারণ ক্ষমতা হ্রাস পায়, ফলে আর দেখা যায় না। উভয় মেরুতে ক্রোমোসোমের চারপাশে নিউক্লিয়ার এনভেলাপ সৃষ্টি হয় ও ভেতরে নিউক্লিয়োলাস আবির্ভূত হয়।



চিত্র ৩.২.৬ : মায়োসিস-২ এর অ্যানাফেজ-২ ও টেলোফেজ-২

সাইটোকাইনেসিস :

সাইটোকাইনেসিসের মাধ্যমে সাইটোপ□াজম বিভক্তি ও কোষ প্রাচীর গঠিত হয় অর্থাৎ দু'মেরুর প্রত্যেকটি নিউক্লিয়াস তার চারপাশে সাইটোপ□াজম ও কোষ প্রাচীর সহযোগে এক একটি স্বতন্ত্র কোষে পরিণত হয়। এভাবে মায়োসিসের মাধ্যমে একটি ডিপ□য়েড (2n) কোষ হতে হ্যাপ□য়েড (n) ক্রোমোসোম সংখ্যাবিশিষ্ট চারটি কোষের সৃষ্টি হয়।

মায়োসিস কোষ বিভাজনের উলে□খযোগ্য বৈশিষ্ট্য

১। ডিপ□য়েড জীবে মায়োসিস সাধারণত জনন মাতৃকোষে ঘটে।

২। মায়োসিস কোষ বিভাজনে নিউক্লিয়াস দু'বার কিন্তু ক্রোমোসোম মাত্র একবার বিভক্ত হয়।

৩। প্রোফেজ-১ দীর্ঘস্থায়ী। তাই একে পাঁচটি উপ-পর্যায়ে ভাগ করা হয়েছে।

৪। হোমোলোগাস ক্রোমোসোম জোড়া বেঁধে বাইভেলেন্ট সৃষ্টি করে।

৫। কায়াজমা সৃষ্টি ও ক্রসিংওভার ঘটে ফলে হোমোলোগাস ক্রোমোসোমের মধ্যে জিন বিনিময় ঘটে।

৬। একটি মাতৃকোষ হতে চারটি হ্যাপ□য়েড অপত্য কোষের সৃষ্টি হয়।

৭। ক্রোমোসোমের স্বতন্ত্র বিন্যাস ঘটে।

৮। ক্রসিংওভার ও ক্রোমোসোমের স্বতন্ত্র বিন্যাস ঘটে ফলে এ প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন কোষগুলো কখনই মাতৃকোষের সমগুণসম্পন্ন হয় না।

৯। মায়োসিস শেষে সৃষ্ট নতুন কোষে নতুন বৈশিষ্ট্যের আবির্ভাব ঘটে। বংশগতিতে প্রকরণ সৃষ্টিতে এটি খুবই গুর"ত্বপূর্ণ।

জীবনের ধারাবাহিকতা রক্ষায় মায়োসিসের অবদান : উচ্চশ্রেণির উদ্ভিদে মায়োসিসের ফলে একটি জনন মাতৃকোষ হতে চারটি জনন কোষের সৃষ্টি হয়, ফলে সৃষ্ট চারটি কোষে ক্রোমোসোম সংখ্যা মাতৃকোষের ক্রোমোসোম সংখ্যার অর্ধেক হয়। দুটি জননকোষ, তথা পুংজননকোষ ও স্ত্রী জননকোষ একত্রে মিলিত হয়ে একটি জাইগোট সৃষ্টি করে। পরে জাইগোটটি মাইটোটিক বিভাজনের মাধ্যমে একটি ভ্রূণ সৃষ্টি করে, ভ্রূণটি বারবার বিভাজনের মাধ্যমে একটি বহুকোষী জীবের সৃষ্টি করে। কাজেই মায়োসিস বিভাজনের মাধ্যমে উচ্চশ্রেণির উদ্ভিদের জননকোষগুলোতে ক্রোমোসোম সংখ্যা কমে জনন মাতৃকোষের অর্ধেক না হলে, জননকোষ দুটির মিলনে সৃষ্ট জীবে ক্রোমোসোম সংখ্যা দ্বিগুণ হবে। অন্যদিকে নিম্নশ্রেণির উদ্ভিদে (যেমন- হ্যাপ□য়েড উদ্ভিদ, শৈবাল) দুটি গ্যামিটের মিলনে সৃষ্ট জাইগোটে ক্রোমোসোম সংখ্যা দ্বিগুণ হবে। যেহেতু ক্রোমোসোমই জীবের লক্ষণ নিয়ন্ত্রণকারী জিন (gene) বহন করে, সেহেতু ক্রোমোসোম সংখ্যা দ্বিগুণ হলে পরবর্তী বংশধর তথা সন্ড়ান সন্ড়তির বৈশিষ্ট্য পিতা-মাতা থেকে ভিন্নতর হবে, যা জীবের টিকে থাকার হুমকির সম্মুখীন করতে পারে। ডিপ□য়েড জীবে গ্যামিট সৃষ্টিকালে জনন মাতৃকোষে এবং হ্যাপ□য়েড জীবের জাইগোটে মায়োসিস হয় বলেই প্রজাতির বৈশিষ্ট্য বংশ পরম্পরায় টিকে থাকে।

শিক্ষার্থীর কাজ	মায়োসিস এর প্রোফেজ-১ এর উপপর্যায়গুলো কালার পেন্সিল দিয়ে আর্ট পেপারে এঁকে ক্লাসে উপস্থাপন কর"ন

সারসংক্ষেপ

মায়োসিস একটি বিশেষ ধরনের কোষ বিভাজন প্রক্রিয়া যাতে মাতৃকোষের নিউক্লিয়াসটি দু'বার কিন্তু ক্রোমোসোমসমূহ একবার বিভাজিত হয়, ফলে সৃষ্ট চারটি কোষে ক্রোমোসোম সংখ্যা মাতৃকোষের ক্রোমোসোম সংখ্যার অর্ধেক হয়। তাই এ ধরনের বিভাজনকে হ্রাসমূলক বিভাজন বলে। মায়োসিস সর্বদা জনন মাতৃকোষে ঘটে। দৈহিক কোষে মায়োসিস কখনই ঘটে না। মায়োসিস কোষ বিভাজনকে দুটি পর্বে ভাগ করা হয়। যথা- (ক) মায়োসিস-১ এবং (খ) মায়োসিস-২। মায়োসিস-১ কে পুনরায় ১। প্রোফেজ-১, ২। মেটাফেজ-১, ৩। অ্যানাফেজ-১ ও ৪। টেলোফেজ-১ এ চারটি পর্যায়ে ভাগ করা হয়। প্রোফেজ-১ কে পাঁচটি উপ পর্যায়ে ভাগ করা হয়েছে। যথা– i. লেপ্টোটিন, ii. জাইগোটিন, iii. প্যাকাইটিন, iv. ডিপে□াটিন এবং v. ডায়াকাইনেসিস। মায়োসিস-২ কে পুনরায় চারটি পর্যায়ে ভাগ করা হয়। যথা- ১। প্রোফেজ-২, ২। মেটাফেজ-২, ৩। অ্যানাফেজ-২ এবং ৪। টেলোফেজ-২।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৩.২

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (√) চিহ্ন দিন।

১। মায়োসিসকে কতটি পর্বে ভাগ করা হয়েছে ?

(ক) ২ (খ) ৩ (গ) ৪ (ঘ) ৫

২। মায়োসিস-১ এর প্রোফেজ-১ কে কতটি উপপর্যায়ে ভাগ করা হয়েছে ?

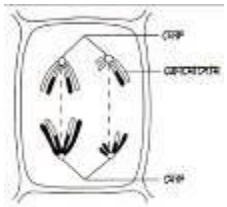
(ক) ৪ (খ) ৫ (গ) ৬ (ঘ) ৭

৩। প্রোফেজ-১ এর ধাপগুলো হলো-

i. লেপ্টোটিন ii. জাইগোটিন iii. প্যাকাইটিন

নিচের কোনটি সঠিক ?

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii, ও iii



৪। উলি□খিত চিত্রটি মায়োসিস এর কোন পর্যায়ের ?

(ক) প্রোফেজ-১ (খ) মেটাফেজ-১ (গ) অ্যানাফেজ-১ (ঘ) টেলোফেজ-১

পাঠ-৩.৩ জীবদেহে মায়োসিসের গুর"ত্ব

উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে আপনি-

- জীবদেহে মায়োসিস কোষ বিভাজনের গুর"ত্ব উলে□খ করতে পারবেন।
- ক্রসিংওভার সম্পর্কে বলতে পারবেন।
- ক্রসিংওভারের কৌশল বর্ণনা করতে পারবেন।
- জীবদেহে ক্রসিংওভারের তাৎপর্য বিশে□ষণ করতে পারবেন।

	প্রধান শব্দ	ক্রসিংওভার

জীবদেহে মায়োসিস কোষ বিভাজনের গুর"ত্ব : জীব জগতে মায়োসিসের গুরত্ব অপরিসীম। কারণ অধিকাংশ জীবের যৌন জনন প্রক্রিয়ার মূলে রয়েছে মায়োসিসের মাধ্যমে গ্যামিট সৃষ্টি এ পদ্ধতিতে ঘটে। পুং ও স্ত্রী গ্যামিটের মিলনের ফলে সৃষ্ট ভ্রূণের মাধ্যমে নতুন জীবের সৃষ্টি হয়। কিন্তু নিম্নশ্রেণির উদ্ভিদে স্পোর সৃষ্টির মাধ্যমে নতুন উদ্ভিদের সৃষ্টি হয়। জীবদেহে মায়োসিসের গুর"ত্ব উলে□খ করা হলো-

১। গ্যামিট বা জনন কোষ সৃষ্টি : মায়োসিসের কারণে জনন কোষ উৎপন্ন হয় যা যৌন জননে সক্ষম জীবের বংশবৃদ্ধিতে অপরিহার্য।

২। ক্রোমোসোম সংখ্যা নিয়ন্ত্রণ : মায়োসিসের মাধ্যমে সৃষ্ট গ্যামিটে ক্রোমোসোম সংখ্যা অর্ধেক থাকে যা যৌন জননের সময় মিলিত হয়ে পরবর্তী প্রজন্মের ক্রোমোসোম সংখ্যা নির্দিষ্ট রাখে।

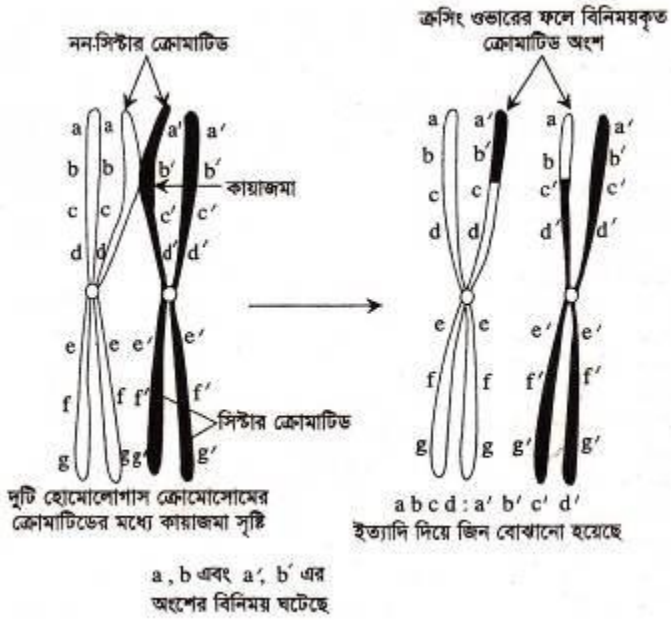
৩। প্রজাতির নিজস্বতা বজায় রাখা : ক্রোমোসোম সংখ্যা সঠিক রাখার মাধ্যমে পরবর্তী প্রজন্মে পূর্ববর্তী প্রজন্মের নিজস্বতা বজায় রাখে।

৪। বৈচিত্র্যের সৃষ্টি : মায়োসিসে ক্রসিংওভারের ফলে জিনের যে আদান প্রদান ঘটে তা প্রজাতির অন্তর্ভূক্ত জীবসমূহে বৈচিত্র্য নিয়ে আসে।

৫। অভিব্যক্তি (Evolution) : মায়োসিসের ফলে সৃষ্ট বৈচিত্র্য অভিব্যক্তির ধারা ও প্রবাহের সৃষ্টি করে।

৬। জনুক্রম : যে সকল জীবের জীবনচক্রে জনুক্রম আছে সেখানে মায়োসিস প্রত্যক্ষ ভূমিকা পালন করে। সত্যিকার অর্থে মায়োসিস কোষ বিভাজন ছাড়া যৌন জননক্ষম জীবের অস্ড়িত্ব এবং টিকে থাকা কল্পনা করা যায় না।

ক্রসিংওভার : এক জোড়া সমসংস্থ ক্রোমোসোমের দুটি নন সিস্টার ক্রোমাটিড এর মধ্যে অংশের বিনিময়কে ক্রসিংওভার বলা হয়। থমাস হান্ট মর্গান (১৯০৯) ভূট্টা উদ্ভিদে প্রথম ক্রসিংওভার সম্পর্কে ধারণা দেন।



চিত্র ৩.৩ : দুটি সমসংস্থ ক্রোমোসের অংশের বিনিময়

ক্রসিংওভারের কৌশল : প্রথমে দুটি নন সিস্টার ক্রোমাটিড একই স্থান বরাবর ভেঙ্গে যায়, পরে একটি অংশের সাথে অপরটির অন্য অংশ পুনরায় জোড়া লাগে। ফলে কায়াজমা ('X' আকৃতি) সৃষ্টি হয়। শেষ পর্যায়ে প্রান্ড়ীয়করণের মাধ্যমে ক্রোমাটিডের বিনিময় শেষ হয়। ক্রসিংওভারের ফলে ক্রোমাটিডের মধ্যে অংশের বিনিময় ঘটে, সাথে সাথে জিনেরও বিনিময় ঘটে (যেহেতু জিন ক্রোমোসোমেই বিন্যস্ড় থাকে)। জিন এর বিনিময়ের ফলে চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যের বিনিময় হয়, ফলে জীবে চারিত্রিক পরিবর্তন ঘটে।

ক্রসিংওভারের তাৎপর্য : কিছু সংখ্যক নিম্নশ্রেণির জীব ছাড়া সকল উদ্ভিদ ও প্রাণীর মধ্যে ক্রসিংওভার ব্যাপকভাবে সংঘটিত হয়। ক্রসিংওভারের তাৎপর্য উলে□খ করা হলো-

১। ক্রসিংওভারের ফলে দুটি ক্রোমাটিডের মধ্যে অংশের বিনিময় ঘটে, ফলে জিনগত পরিবর্তন সাধিত হয়।

২। জিনগত পরিবর্তনের ফলে সৃষ্ট জীবে বৈশিষ্ট্যগত পরিবর্তন ঘটে।

৩। বৈশিষ্ট্যগত পরিবর্তনের মাধ্যমে জীবকূলে আসে বৈচিত্র্য, সৃষ্টি হয় নতুন পরিবেশে টিকে থাকার ক্ষমতা, আবার কখনও সৃষ্টি হয় নতুন প্রজাতি।

৪। ক্রসিংওভারের মাধ্যমে কাঙ্ক্ষিত উন্নত বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন নতুন প্রকরণ সৃষ্টি করা যায়। এভাবেই ফসলি উদ্ভিদের ক্রমাগত উন্নতি সাধন করা যায়।

৫। কৃত্রিম উপায়ে ক্রসিংওভার ঘটিয়ে বংশগতিতে পরিবর্তন আনা সম্ভব। কাজেই প্রজনন বিদ্যায় ক্রসিংওভারের যথেষ্ট ভূমিকা রয়েছে।

৬। গবেষণার ক্ষেত্রেও ক্রসিংওভারের তাৎপর্য রয়েছে। কারণ ক্রোমোসোমে জিনের রেখাকার বিন্যাস প্রমাণে বা ক্রোমোসোম ম্যাপিং এ ক্রসিংওভারের ফলে সৃষ্ট ব্যতিক্রমী বৈশিষ্ট্য ব্যবহৃত হয়।

এভাবেই মায়োসিস কোষ বিভাজনের পাশাপশি ক্রসিংওভার জীবের জন্য অত্যন্ড় তাৎপর্যপূর্ণ।

শিক্ষার্থীর কাজ	নিচের ছকে মায়োসিসের গুর"ত্বের ক্ষেত্রগুলো উলে□খ কর"ন				

সারসংক্ষেপ

জীবজগতে মায়োসিসের গুরত্ব অপরিসীম। কারণ অধিকাংশ জীবের যৌন জনন প্রক্রিয়া এ পদ্ধতিতে ঘটে। ফলে ভ্রূণ সৃষ্টির মাধ্যমে নতুন জীবের সৃষ্টি হয়। কিন্তু নিম্নশ্রেণির উদ্ভিদে স্পোর সৃষ্টির মাধ্যমে নতুন উদ্ভিদের সৃষ্টি হয়। এক জোড়া সমসংস্থ ক্রোমোসোমের দুটি নন সিস্টার ক্রোমাটিড এর মধ্যে অংশের বিনিময়কে ক্রসিংওভার বলা হয়। থমাস হান্ট মর্গান ১৯০৯ সালে ভূট্টা উদ্ভিদে প্রথম ক্রসিংওভার সম্পর্কে ধারণা দেন।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৩.৩

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (√) দিন।

১। কে সর্বপ্রথম ক্রসিং ওভার সম্পর্কে ধারণা দেন ?

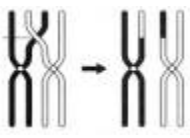
(ক) দি মর্গান (খ) হান্ট মর্গান (গ) মর্গান (ঘ) ডেভিড মর্গান

২। মায়োসিসের ফলে-

i. ক্রোমোসোম সংখ্যা ধ্র"ব থাকে ii. প্রজাতির স্বকীয়তা বজায় থাকে iii. বংশ বৃদ্ধি ঘটে

নিচের কোনটি সঠিক ?

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii



৩। উলি□খিত চিত্রটিতে কিসের কৌশল দেখান হয়েছে ?

(ক) প্রোফেজ-১ (খ) মেটাফেজ-১ (গ) অ্যানাফেজ-১ (ঘ) ক্রসিংওভার

পাঠ-৩.৪ ব্যবহারিক- মাইটোসিস কোষ বিভাজন পর্যবেক্ষণ

উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে আপনি-

- মাইটোসিস কোষ বিভাজনের পর্যায়সমূহ পর্যবেক্ষণ করতে পারবেন।

	প্রধান শব্দ	প্রোফেজ, প্রোমেটাফেজ, মেটাফেজ, অ্যানাফেজ, টেলোফেজ

কাজ : মাইটোসিস কোষ বিভাজন পর্যবেক্ষণ।

কর্মপদ্ধতি : টিউটরগণ মাইটোসিস কোষ বিভাজনের পর্যায়সমূহের স্থায়ী স্লাইড অণুবীক্ষণ যন্ত্রে স্থাপন করে দেবেন অথবা শিক্ষার্থীদেরকে গ্রুপে ভাগ করে প্রতি গ্রুপকে একটি মডেল দেবেন এবং শিক্ষার্থীদেরকে তা পর্যবেক্ষণ করে বৈশিষ্ট্য দেখে মাইটোসিস এর পর্যায়সমূহ শনাক্ত করতে বলবেন।

উপকরণ : মাইটোসিস কোষ বিভাজনের ধাপসমূহের স্থায়ী স্লাইড ও অণুবীক্ষণ যন্ত্র বা মাইটোসিস ধাপসমূহের মডেল।

পর্যবেক্ষণ

১। প্রোফেজ- কতকগুলো ক্রোমোসোম দেখা যাবে। ক্রোমোসোমগুলো লম্বা এবং বিক্ষিপ্তভাবে অবস্থিত থাকে। মাকুযন্ত্র অনুপস্থিত। কাজেই এটি মাইটোসিসের প্রোফেজ পর্যায়।

২। প্রোমেটাফেজ- কতকগুলো মোটা ও খাটো ক্রোমোসোম দেখা যাবে। মাকুযন্ত্রের উপস্থিতি দেখা যায়। ক্রোমোসোমগুলো বিষুবীয় অঞ্চলের কাছাকাছি অবস্থান করে। প্রতিটি ক্রোমোসোম দুটি করে ক্রোমাটিডে বিভক্ত। কাজেই এটি মাইটোসিসের প্রোমেটাফেজ পর্যায়।

৩। মেটাফেজ- ক্রোমোসোমগুলোকে বেশ মোটা, খাটো ও স্পষ্ট দেখা যায়। পূর্ণবিকশিত মাকুযন্ত্র উপস্থিত। ক্রোমোসোমগুলো বিষুবীয় অঞ্চলে বিন্যস্ত। প্রতিটি ক্রোমোসোম স্পষ্টভাবে দুটি করে ক্রোমাটিডে বিভক্ত। নিউক্লিয়ার এনভেলাপ ও নিউক্লিয়োলাস অনুপস্থিত। ফলে এটি মাইটোসিসের মেটাফেজ পর্যায়।

৪। অ্যানাফেজ- অপত্য ক্রোমোসোমের (ক্রোমাটিড) দুটি সেট কোষের দু'মেরুর কাছাকাছি অবস্থান করে। মেরু অভিমুখী ক্রোমোসোমগুলোর সেন্ট্রোমিয়ার অগ্রগামী এবং বাহুদ্বয় অনুগামী। অপত্য ক্রোমোসোমগুলোকে ইংরেজি V, L, J এবং I এর ন্যায় দেখায়। কাজেই এটি মাইটোসিসের অ্যানাফেজ পর্যায়।

৫। টেলোফেজ- কোষের দু'প্রান্তে দুটি অপত্য নিউক্লিয়াস দেখা যায়। নিউক্লিয়ার পর্দা ও নিউক্লিয়োলাস উপস্থিত থাকে। ক্রোমোসোমগুলোকে সরু, লম্বা ও অস্পষ্ট দেখায়। ফলে এটি মাইটোসিসের টেলোফেজ পর্যায়।

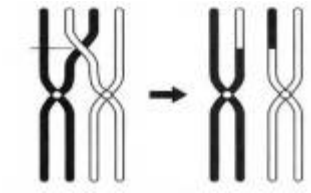
শিক্ষার্থীর কাজ	নিচের ছকে মাইটোসিসের পর্যায়গুলোর নাম লিখুন			

সারসংক্ষেপ

টিউটরগণ মাইটোসিস কোষ বিভাজনের পর্যায়সমূহের স্থায়ী স্লাইড অণুবীক্ষণ যন্ত্রে স্থাপন করে দেবেন অথবা শিক্ষার্থীদেরকে গ্রুপে ভাগ করে প্রতি গ্রুপকে একটি মডেল দেবেন এবং শিক্ষার্থীদেরকে তা পর্যবেক্ষণ করে বৈশিষ্ট্য দেখে মাইটোসিস এর পর্যায়সমূহ শনাক্ত করতে বলবেন।

চূড়ান্ড় মূল্যায়ন

সৃজনশীল প্রশ্ন-১



(ক) মায়োসি-১ এর প্রোফেজ-১ এর প্রথম উপ পর্যায়ের নাম লিখুন।

(খ) মায়োসিস বলতে কী বোঝেন ?

(গ) উলি- খিত চিত্রটির কৌশল বর্ণনা কর ন।

(ঘ) উদ্দীপকে উলি- খিত বিষয়টি জীবের জন্য গুর ত্বপূর্ণ- বিশে- ষণ কর ন।

উত্তরমালা

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৩.১ : ১। ঘ ২। ঘ ৩। গ ৪। গ
পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৩.২ : ১। ক ২। খ ৩। ঘ ৪। গ
পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৩.৩ : ১। খ ২। ঘ ৩। ঘ