

মিয়োসিস কোষ বিভাজন প্রক্রিয়া

সংজ্ঞা: সাধারণত জীবের জনন মাত্রকোষ যে প্রক্রিয়ায় নিউক্লিয়াস দুইবার কিন্তু ক্রোমোজমের একবার বিভাজনের মাধ্যমে মাত্রকোষের অর্ধেক সংখ্যক ক্রোমোজম বিশিষ্ট চারটি অপ্ত্য কোষে পরিণত হয় সেই প্রক্রিয়াকে মিয়োসিস কোষ বিভাজন বলে।

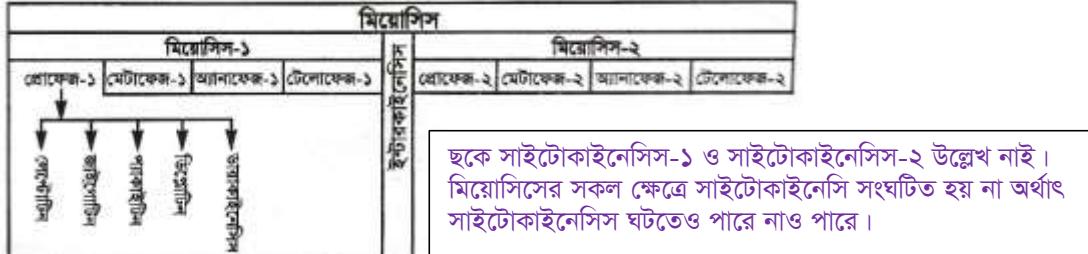
মিয়োসিস প্রক্রিয়া: মিয়োসিস একটি জটিল ধারাবাহিক প্রক্রিয়া। পদ্ধতিগত দিক থেকে সম্পূর্ণ মিয়োসিস প্রক্রিয়া দুটি প্রধান পর্বে সম্পন্ন হয়। যথা-

১। প্রথম মিয়োটিক বিভাজন বা মিয়োসিস-১

২। দ্বিতীয় মিয়োটিক বিভাজন বা মিয়োসিস-২

প্রথম মিয়োটিক বিভাজন বা মিয়োসিস-১ এ অপ্ত্য কোষে ক্রোমোজম সংখ্যা মাত্রকোষের ক্রোমোজম সংখ্যার অর্ধেকে পরিণত হয় বলে একে হাসমূলক বিভাজন বলে। মিয়োসিস-২ মাইটোসিসের অনুরূপ। মিয়োসিস-১ এবং মিয়োসিস-২ এর মধ্যবর্তী সময়কে ইন্টারকাইনেসিস বলে। মিয়োসিস-১ এবং মিয়োসিস-২ প্রত্যেক পর্বকে আবার চারটি পর্যায়ে ভাগ করা যায়। যথা-প্রাফেজ, মেটাফেজ, অ্যানাফেজ, এবং টেলোফেজ।

নিম্নে একটি ছকের সাহায্যে মিয়োসিস কোষ বিভাজনের ধাপসমূহকে দেখানো হলো-



মিয়োসিস-১ এর ধাপসমূহের বর্ণনা :

ক) মিয়োসিসের প্রফেজ-১ দশা: এ পর্যায়টি জটিল ও দীর্ঘস্থায়ী। মানুষের শুক্রাশয়ে মায়োটিক প্রফেজ-১ এ সময় লাগে প্রায় এক সপ্তাহ। দীর্ঘস্থায়ী হওয়ায় একে ফেটি উপপর্যায়ে বিভক্ত করা হয়েছে। যথা-

১। লেপ্টোটিন (Leptotene) ২। জাইগোটিন (Zygotene) ৩। প্যাকাইটিন (Pachytene) ৪। ডিপ্লোটিন (Diplotene)

৫। ডায়াকাইনেসিস (Diakinesis)

১। লেপ্টোটিন (Leptotene; Lepto = সূক্ষ্ম, tene = সূতা) :

- নিউক্লিয়াসের আকার বৃদ্ধি পায়
- নিউক্লিয়াসের জলীয় অংশ কমে যায়।
- নিউক্লিয়ার রেটিকুলাম দৃশ্যমান সরু, লম্বা এবং সুতার ন্যায় ক্রোমোজমে পরিণত হয় তবে এদের প্রকৃত সংখ্যা নির্ণয় করা যায় না।
- ক্রমোজমের গায়ে ক্রোমিয়ারের আবির্ভাব ঘটে।
- নিউক্লিয়ার মেম্ব্রেন ও নিউক্লিওলাস সুস্পষ্ট থাকে।
- এ দশার শেষদিকে ক্রোমোজম গুলি মোটা ও খাটো দেখায়
- ক্রোমোজম গুলি বিক্ষিপ্তভাবে অবস্থান করে অথাৎ হোমেলোকাস ক্রোমোজম গুলি জোড়া বাঁধে না।

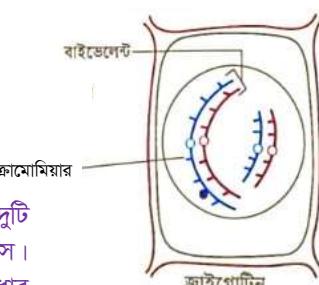


২। জাইগোটিন (Zygotene; Zygos = জোড়া, tene সূতা):

- হোমলোগাস ক্রোমোজমের মধ্য সিন্যাপসিস ঘটে।
- হোমলোগাস ক্রোমোজম গুলি বাইভালেন্ট সৃষ্টি করে,
- ক্রোমিয়ার অবিকৃত থাকে।
- ক্রোমোজম গুলি লেপ্টোটিনের তুলনায় আরও মোটা ও খাটো দেখায়।
- নিউক্লিয়ার মেম্ব্রেন ও নিউক্লিওলাস অবিকৃত থাকে।

নেট: (হোমলোগাস ক্রোমোজম) ডিপ্লোয়েড জীবে আকার, আকৃতি, জিনের অবস্থান ও সংখ্যা অনুসারে যে দুটি ক্রোমোজম একই রকম তাকে হোমলোগাস ক্রোমোজম বলে। এক্ষেত্রে একটি বাবা থেকে ও অপরটি মা থেকে আসে।

নেট: (সিন্যাপসিস) সিন্যাপসিস হলো হোমলোগাস ক্রোমোজমদ্বয়ের পরস্পরের দিকে অগ্রসর হয়ে জোড়া বাঁধার প্রক্রিয়া।



নেট: (বাইভ্যালেন্ট) জোড়া অবস্থায় হোমলোগাস ক্রোমোজমদ্বয়কে বাইভ্যালেন্ট (bivalent) বলা হয়।

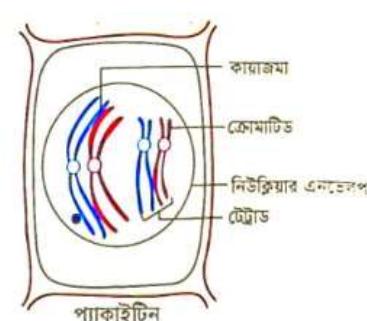
৩। প্যাকাইটিন (Pachytene; Pachys= পুরু বা মোটা, tene = সূতা):

- ক্রোমোজম গুলি আরও মোটা ও খাটো হয়।
- প্রতিটি ক্রোমোজম সেন্ট্রোমিয়ার ছাড়া লম্বালম্বি দ্বিখণ্ডিত হয়ে দুটি করে ক্রোমাটিড বিশিষ্ট ক্রোমোজম গঠন করে।
- প্রতি জোড়া ক্রোমোজম ৪টি করে ক্রোমাটিড সৃষ্টি করে এ অবস্থাকে টেট্রাড বলে অর্থাৎ বাইভ্যালেন্ট টেট্রাডে পরিণত হয়।
- টেট্রাডের দুটি ননসিস্টার ক্রোমাটিডের মধ্য কায়াজমা সৃষ্টি হয়।
- কায়াজমা অঞ্চলে ক্রসিংওভার সংঘটিত হয়।
- নিউক্লিয়ার মেম্ব্রেন ও নিউক্লিয়াস বিলুপ্ত হতে শুরু করে।
- স্পিন্ডল্যন্স তৈরি হওয়া শুরু হয়।

নেট: (সিস্টার ও নন-সিস্টার ক্রোমাটিড) একই ক্রোমোজমের দুটি ক্রোমাটিডকে সিস্টার ক্রোমাটিড বলে। দুটি ভিন্ন ক্রোমোজমের ক্রোমাটিডকে নন-সিস্টার ক্রোমাটিড বলে।

নেট: (কায়াজমা) প্রতিটি টেট্রাড-এর যে কোন দুটি নন-সিস্টার ক্রোমাটিড সম্ভবত একই স্থানে ভেঙে যায়। এবং পুনরায় একটির সাথে আর একটির জোড়া লাগে। ফলে ঐ জোড়ার স্থানে ইংরেজি 'X' অক্ষরের ন্যায় অবস্থা তৈরি হয়। একে কায়াজমা (chiasma) বলা হয়।

নেট: (ক্রসিং ওভার) কায়াজমা সৃষ্টির সময় হোমলোগাস ক্রোমোজমের নন-সিস্টার ক্রোমাটিডের ভেঙে যাওয়া এবং পুনরায় জোড়া লাগার সময় ক্রোমাটিডের মধ্যে যে অংশ (জিন) বিনিময় হয় তাকে ক্রসিং ওভার (crossing over) বলা হয়।

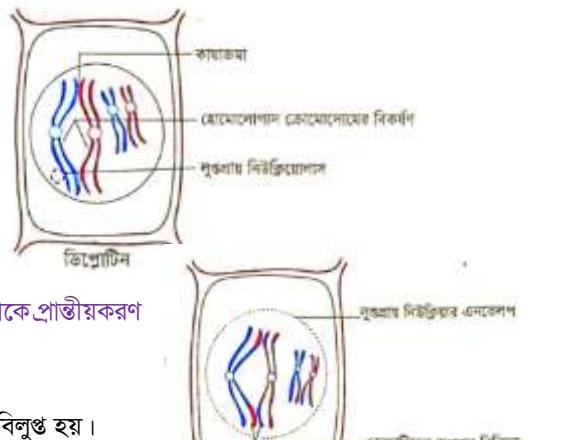


৪। ডিপ্লোটেন (Diplotene; Diplos - দ্বিগুণ, tene সুতা):

- i) ক্রোমজোম গুলি আরও মেটা ও খাটো হয়।
 - ii) দেন্ত্রোডের সেন্ট্রোমিয়ারের মধ্য বিকর্ষণ শুরু হয়।
 - iii) সেন্ট্রোমিয়ারের মধ্য বিকর্ষণের ফলে কায়াজমার উপর চাপ সৃষ্টি হয়।
 - iv) কায়াজমার প্রাণীয়করণ ঘটতে থাকে।
 - v) কায়াজমার প্রাণীয়করণের ফলে দুটি ক্রোমোজোমের মধ্য লুপ সৃষ্টি হয়।

নোট: (প্রাতিয়করণ) সেন্ট্রোমিয়ারের মধ্য বিকর্ষণের ফলে কয়াজমার উপর চাপ সৃষ্টি হয় যার

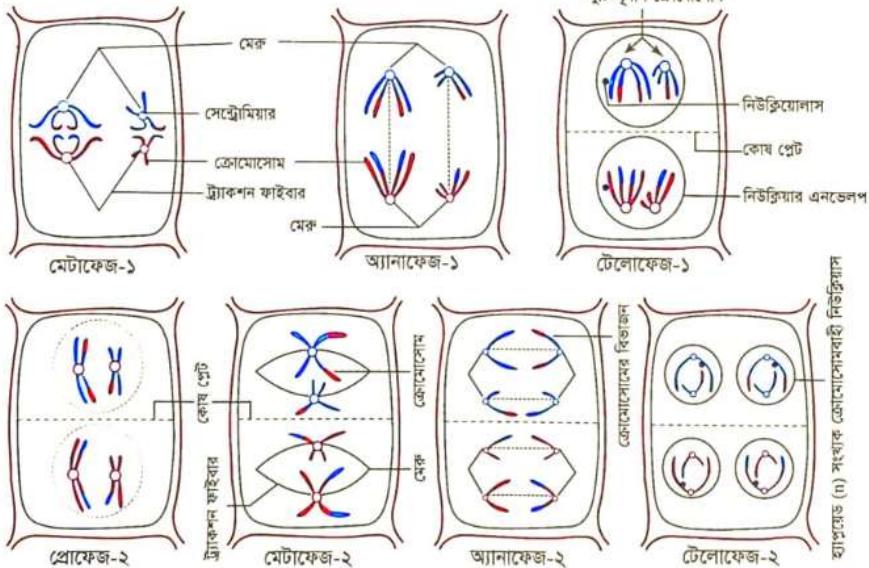
জন্য কায়াজমাটাগুলো প্রান্তের দিকে সরে যেতে থাকে। কায়াজমার এরূপ প্রান্তের দিকে সরে যাওয়াকে প্রান্তীয়করণ বা টার্মিনালাইজেশন (terminalization) বলে।



৫। ডায়াকাইনেসিস (Diakinesis; Dia – অপরপাশে, kinesis চলন বা সমাবেশ)

- i)** ପ୍ରାତିଯକରଣ ଅବ୍ୟାହତ ଥାକେ । **ii)** ଏ ଧାପେର ଶେଷେର ଦିକେ ନିଉକ୍ଲିଆର ମେମ୍ବ୍ରନ ଓ ନିଉକ୍ଲିଓଲାସ ବିଲୁଷ୍ଟ ହ୍ୟ ।
iii) ସ୍ପିନ୍ଡଲ ଯନ୍ତ୍ର ସୃଷ୍ଟି ହ୍ୟ । **iv)** କ୍ରୋମାଜୋମ ଆରଓ ମୋଟା ଓ ଖାଟୋ ହ୍ୟ ।

খ) মেটাফেজ-১ (Metaphase-১); ট্রিওডগুলি বিশুবীয়।



গ) **অ্যানাফেজ-১ (Anaphase-১):** ক্রোমোজোমের মেরুযুবীয়া চলন ঘটে। এরপ চলনে সেন্ট্রোমিয়ার অগ্রাগামী থাকায় ক্রোমোজোমগুলো V (মেটাসেন্ট্রিক), L. (সাবমেটাসেন্ট্রিক), J (এক্রোসেন্ট্রিক), I (টেলোসেন্ট্রিক) ইত্যাদি আকৃতির দেখায়। এক্ষেত্রে ক্রোমোজোমের সেন্ট্রোমিয়ার অবিভক্ত থাকে। এবং প্রতিটি ক্রোমোজোমেই দুটি করে ক্রোমাটিড থাকে। অর্থাৎ মাইটোসিসের ন্যায় ক্রোমাটিড পৃথক হয়ে যায় না। ফলে প্রতিটি মেরুতে ক্রোমোজোম সংখ্যা $2n$ -এর পরিবর্তে n হয়। ক্রোমো

ସଂକଷିତ ଟେଲୋଫେଜ-୧ (Telophase-1): ଏହା ମିଯୋସିସ-୧ ଏର ଶେଷ ଧାପ । କ୍ରୋମୋଜୋମସମୂହ ମେରତତେ ପୌଛାର ସାଥେ ସାଥେଇ ଏ ପର୍ଯ୍ୟାୟେର ଶୁରୁ । ପ୍ରତିଟି ମେରତେ ନିଉକ୍ଲିଯାର ମେମରେନ ପୁନର୍ଗଠିତ ହୁଏ ଏବଂ କ୍ରୋମୋଜୋମସମୂହକେ ଘିରେ ଫେଲେ । ନିଉକ୍ଲିଓଲାସେର ଆବିର୍ଭାବ ଘଟେ । ଏ ପର୍ଯ୍ୟାୟେର ଶେଷେ ପ୍ରତି କୋଷମେରତେ କ୍ରୋମୋଜୋମ ସଂଖ୍ୟା ଦାଢ଼ାଯା ମାତ୍ର ନିଉକ୍ଲିଯାସେର ଅର୍ଧେକ ବା ହାହୁମ୍ବେଡ (n) । ଏ ପର୍ଯ୍ୟାୟେର ଶେଷେ ସାଇଟୋକାଇନେସିସ ଘଟତେ ପାରେ, ଆବାର ନାଓ ଘଟତେ ପାରେ ।

(৫) সাইটোকাইনেসিস-১ : i) এটি মিয়োসিস-১ এর শেষে ঘটে এবং দুটি অপত্য কোষের সৃষ্টি করে। ii) এই পর্যায়ে ক্রোমোজোম বিভাজিত না হয়ে বরং একটি ক্রোমোজোমের দুটি ক্রোমাটিড ধারণকারী দুটি অপত্য কোষের মধ্যে ক্রোমোজোমগুলো ভাগ হয়ে যায়। iii) মিয়োসিস-১ এর শেষে, ক্রোমোজোম সংখ্যা মূল কোষের অর্ধেক হয়ে যায়।

ইন্টারকাইনেসিস (Interkinesis): সাধারণত মিয়োসিস-১-এর সমাপ্তির পর অর্থাৎ টেলোফেজ-১ শেষ হলে সাইটোকাইনেসিস (সাইটোপ্লাজম বিভাজন) হয়ে দুটি অপত্য হ্যাপ্লয়েড কোষ সৃষ্টি হয়, যা দ্বিতীয় বিভাজনে অংশগ্রহণ করে। অনেক সময় সাইটোকাইনেসিস না হয়েই দুটি অপত্য হ্যাপ্লয়েড নিউক্লিয়াস দ্বিতীয় বিভাজনে অংশ নেয়। যাহোক, টেলোফেজ-১ শেষ হওয়া থেকে দ্বিতীয় বিভাজন শুরুর এই স্বল্পকালীন সময়কে ইন্টারকাইনেসিস বলা হয়। একে অনেকে স্বল্প বিরাম দশাও বলেছেন। এ সময় দ্বিতীয় বিভাজনের প্রস্তুতি সম্পূর্ণ হয়।

মিয়োসিস-২ বা দ্বিতীয় মিয়োটিক বিভাজনের ধাপ সমূহ: চারটি ধাপে এ প্রক্রিয়াটি সম্পন্ন হয়

(ক) প্রোফেজ-২ (Prophase-2): এটা প্রোফেজ-১-এর তুলনায় অনেক স্বল্পস্থায়ী পর্যায়। পানি বিয়োজনের ফলে ক্রোমাটিন জালিকা ক্রোমোজোমে রূপ নেয় এবং ক্রোমোজোমগুলো দৃষ্টিগোচর হয়। ক্রোমোজোমগুলো ক্রোমাটিডসহ মোটা ও খাটো দেখায়। এ দশার শেষে নিউক্লিওলাস এবং নিউক্লিয়ার মেম্ব্রেন অদৃশ্য হয়ে যায়।

(খ) মেটাফেজ-২ (Metaphase-2): খুবই অল্প সময়ের মধ্যে এ দশা শেষ হয়। নিউক্লিওলাস এবং নিউক্লিয়ার মেম্ব্রেন সম্পূর্ণ অনুপস্থিত থাকে। ক্রোমোজোমগুলো মাঝুতন্ত্রের সাথে সংযুক্ত হয়ে বিশ্বীয়া তল বরাবর বিন্যস্ত হয়। প্রতিটি ক্রোমোজোমের ক্রোমাটিডব্যু সুস্পষ্ট দেখায়। তবে সেন্ট্রোমিয়ার বিশ্বীয়া তলে সজ্জিত হয় এবং মাঝুতন্ত্রের সাথে টাকশন তন্ত্র যুক্ত হয়। এ পর্যায়ের শেষে সেন্ট্রোমিয়ার বিভক্ত হয়ে পড়ে।

(গ) অ্যানাফেজ-২ (Anaphase-2): এটি ও স্বল্পস্থায়ী দশা। মাঝুতন্ত্র মেরু বরাবর দৈর্ঘ্যে সংকোচন ও প্রস্তুত প্রসারণ ঘটতে থাকে। উভয় প্রান্ত থেকে সেন্ট্রোমিয়ারে টান পড়ে, ফলে বিভাজিত সেন্ট্রোমিয়ারসহ ক্রোমাটিড (অপত্য ক্রোমোজোম) বিপরীত মেরুর দিকে চলন শুরু করে। এ চলনে সেন্ট্রোমিয়ার অঙ্গগামী এবং বাহুদ্বয় অনুগামী হয়। অপত্য ক্রোমোজোমগুলো V (মেটাসেন্ট্রিক), L (সাবমেটাসেন্ট্রিক), J (এক্রেসেন্ট্রিক), I (টেলোসেন্ট্রিক) ইত্যাদি আকৃতির দেখায়। ক্রোমোজোমগুলো মেরুতে পৌছলে এ দশার সমাপ্তি ঘটে।

(ঘ) টেলোফেজ-২ (Telophase-2): এটা মিওসিসের শেষ দশ্ম। অপ্ত্য ক্রোমোজোমের দুটি দল দুই মেরাংতে পৌছার সাথে সাথে এ পর্যায় শুরু হয়। নিউক্লিওলাস এবং নিউক্লিয়ার মেমব্রেন-এর আর্বার্বার ঘটে। নিউক্লিয়াসে পানি যোজনের ফলে ক্রোমোজোমগুলো সরু ও লম্বা হয়ে ধীরে ধীরে সৃষ্টি ক্রোমাটিন জালিকায় পরিণত হয়। মিওসিসে এভাবে একটি ডিপ্লোডেড মাত্রকোষ থেকে চারটি হ্যাপ্লোডেড অপ্ত্য কোষের সঠি হয়।

(৫) সাইটেকাইনেসিস-২ : i) এটি মিয়েসিস-২ এর শেষে ঘটে। ii) এই পর্যায়ে দুটি অপত্য কোষ থেকে মোট চারটি অপত্য কোষ তৈরি হয়, যাদের প্রত্যেকের ক্রমোজোম সংখ্যা মূল কোষের অর্ধেক থাকে। iii) সাইটেকাইনেসিস-২ এর পর, প্রতিটি অপত্য কোষের চারপাশে নতুন কোষবিলি- ও কোষপাটীর (উডিড কোষে) গঠিত হয়। iv) এরও সাইটেকাইনেসিস লিঙ্কড হয়ে একটি সম্পর্ক কোষে প্রতিষ্ঠিত হয়। iv) এই পর্যায়ে প্রতিটি কোষের মধ্যে ক্রোমোজোম সংখ্যা অপৰিবর্তিত থাকে।

নেট: মিয়েসিস-পর্যাপ্তি মার্টেলিসের অন্মক্ষ। একজনের ক্ষমতা তাপাপ্যায় (n) কোর্সের সহিত হয়।