Jillur Rahman
L-11

(DNA Replication)

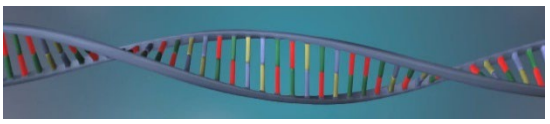
DNA প্রতিরূপ সৃষ্টি (DNA Replication) : যে প্রক্রিয়ায় একটি DNA অণু থেকে দুটি DNA অণু সৃষ্টি হয় তাকে প্রতিলিপন বা রেপ্লিকেশন বলে। কোষ বিভাজনের পূর্বশর্ত হলো DNA অণুর প্রতিলিপন। কোষচক্রের সিন্থেসিস বা s ধাপে DNA রেপ্লিকেশন পদ্ধতিটি সংঘটিত হয়। Watson এবং Crick তাঁদের ডাবল হেলিক্স বর্ণনার সময় প্রস্তাব করেন যে রেপ্লিকেশনের সময় পরিপুরক বা কমপ্লিমেন্টারি ক্ষারক জোড়ের মধ্যকার হাইড্রোজেন বন্ধনী ভেঙে সূত্রক দুটি পরস্পর হতে পৃথক হয়ে যায় এবং এক একটি সূত্রক নতুন সূত্রকের জন্য ছাঁচ বা টেমপ্লেট হিসেবে কাজ করে। ডাবল হেলিক্স সূত্রক দুটি একই সময়ে কীভাবে কাজ করে তার ব্যাখ্যা করতে গিয়ে বিজ্ঞানীগণ রেপ্লিকেশন সম্পর্কে তিনটি মডেল প্রস্তাব করেন। যথাঃ ১। অর্ধসংরক্ষণশীল পদ্ধতি (Semiconservative method) ২। সংরক্ষণশীল পদ্ধতি (Conservative method) ৩। বিচ্ছুরণশীল পদ্ধতি (Dispersive method)

অর্ধসংরক্ষণশীল পদ্ধতিতে (Semiconservative method) DNA রেপ্লিকেশন

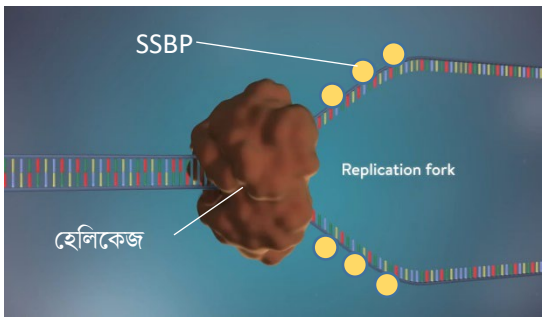
DNA রেপ্লিকেশনের জন্য প্রয়োজনীয় উপকরণ:

১। এনজাইম {i) হেলিকেজ ii) আরএনএ প্রাইমেজ iii) ডিএনএ পলিমারেজ iv) এক্সোনিউক্লিয়েজ v) ডিএনএ লাইগেজ vi) গাইরেজ}
২। রাইবোনিউক্লিয়োটাইড
৩। ডিঅক্সিরাইবোনিউক্লিয়োটাইড
৪। সিঙ্গেল স্টান্ড বাইন্ডিং প্রটিন(SSBP)

প্রক্রিয়ার ধাপ সমূহ:



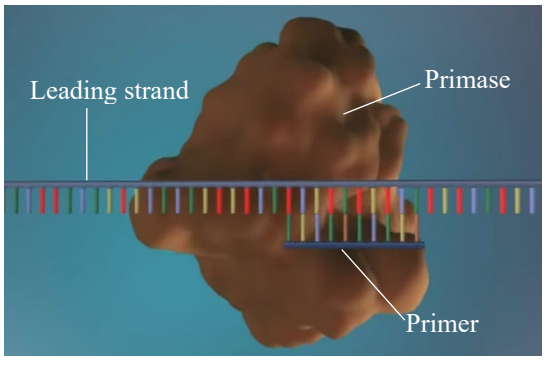
১।উৎপত্তি স্থান শনাক্তকরণঃ রেপ্লিকেশন প্রক্রিয়ার একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয় হলো রেপ্লিকেশন আরম্ভ করার জন্য একটি সুনির্দিষ্ট স্থান নির্বাচন করা। এক্ষেত্রে রেপ্লিকেশন প্রক্রিয়ার সূত্রপাত ঘটাতে DNA ডাবল হেলিক্সের একটি সুনির্দিষ্ট স্থান থেকে ক্ষারক যুগল (base pair) মুক্ত করে প্রারম্ভিক বিন্দু (initiation point) তৈরি করে। সেখান থেকে রেপ্লিকেশনের সূচনা হয়। প্রারম্ভিক প্রোটিন (initiator protein) সর্বপ্রথম রেপ্লিকেশন উৎস শনাক্ত করে। সাধারণত DNA-র যেখানে A এবং T উচ্চ হারে থাকে সেখানেই প্রারম্ভিক বিন্দু অবস্থান করে। এখানেই প্রথমে দ্বিসূত্রক DNA এর H-বন্ড ভাঙতে শুরু করে।



২। মাতৃ দ্বিসূত্র হেলিক্সের প্যাচ খুলে যাওয়া : রেপ্লিকেশন উৎস বা 'ori' অংশের সাথে হেলিকেজ নামক এনজাইম যুক্ত হয়ে DNA-কে শিথিল করে এবং DNA ডাবল হেলিক্সের অংশ বিশেষের প্যাঁচ খুলে দেয় যার ফলে 'Y' আকৃতির গঠন তৈরি হয় তাকে রেপ্লিকেশন ফর্ক (replication fork) বলে। হেলিকেজ এনজাইম ফর্কের অগ্রভাগে থাকে।

৩। সূত্রদ্বয়ের মুক্ত অংশ পৃথক রাখা : হেলিকেজ এনজাইম DNA ডাবল হেলিক্সের প্যাঁচ খুলে অগ্রসর হওয়ার সময় পেছনে ফেলে যাওয়া মুক্ত ক্ষারক গুলো যেন পুনরায় একত্রিত হতে না পারে সেজন্য SSBP (single stranded binding protien) নামক এক ধরনের প্রোটিন উক্ত অংশের সাথে যুক্ত হয়।

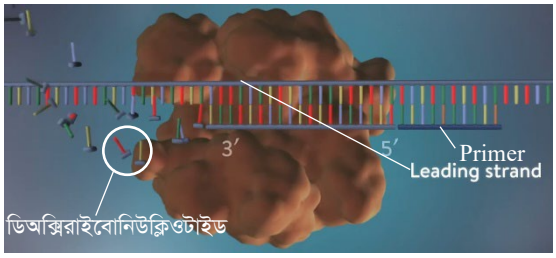
৪। ছাঁচ বা টেমপ্লেট সৃষ্টি : বিচ্ছিন্ন শিকল দুটির প্রতিটিই সম্পুরক শিকল তৈরির ছাঁচ (template) হিসেবে ব্যবহৃত হয়। নতুন শিকল সৃষ্টির প্রয়োজনীয় নিউক্লিওটাইড নিউক্লিওপ্লাজমে বিদ্যমান থাকে। DNA পলিমারেজ-III এনজাইম এবং Mg^{++} এর সাহায্যে এসব নিউক্লিওটাইড DNAছাঁচের সাথে সংযুক্ত হয় এবং নতুন শিকল গঠন শুরু করে।



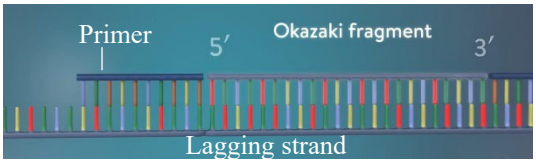
৫। সূচনা বিন্দুতে RNA-প্রাইমার যুক্তকরণ : DNA পলিমারেজ-III এর নির্ভুল কাজের জন্য একটি মুক্ত 3′ OH প্রান্ত প্রয়োজন হয়। এজন্য টেমপ্লেট সূত্রের সূচনা বিন্দুতে RNA-প্রাইমার (২-১০০টি নিউক্লিওটাইডযুক্ত একটি RNA খণ্ড যার একটি মুক্ত 3′ OH প্রান্ত রয়েছে) যুক্ত হয়। RNA-প্রাইমারের মুক্ত 3′ OH প্রান্তে একটি নিউক্লিওটাইড যুক্ত করে DNA সংশ্লেষণ শুরু হয়। এক্ষেত্রে প্রাইমেজ এনজাইম RNA-প্রাইমার সংশ্লেষ করে থাকে।

৬। DNA শিকল বর্ধন : DNA টেমপ্লেট বা ছাঁচের নাইট্রোজেন ক্ষারকের ক্রমানুসারে, DNA পলিমারেজ-III এনজাইম সম্পূরক শিকলে (নতুন যে শিকল তৈরি হবে) ক্ষারকগুলো বিন্যস্ত করতে থাকে। এক্ষেত্রে ছাঁচের অ্যাডেনিন (A) এবং সাইটোসিন (C)-এর বিপরীতে সম্পূরক শিকলে যথাক্রমে থাইমিন (T) এবং গুয়ানিন (G) সজ্জিত হয়। নাইট্রোজেন ক্ষারকগুলো সুনির্দিষ্ট নিয়মে হাইড্রোজেন বন্ধন দ্বারা সংযুক্ত হয়ে নতুন DNA অণু গঠন করে।

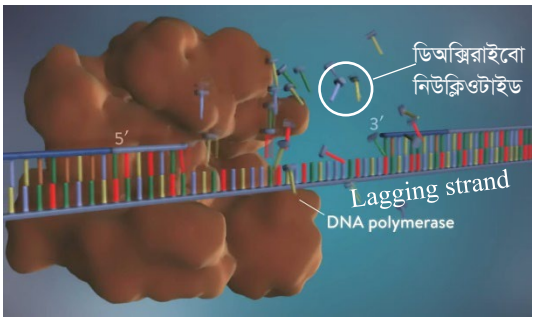
নতুন সম্পূরক শিকল গঠিত হওয়ার সময় একটি শিকল অবিচ্ছিন্নভাবে (contineously) এবং অপর শিকল খন্ড খণ্ডভাবে সৃষ্টি হয়। DNA অণুর ৩′→৫′ মুখী টেমপ্লেট বা ছাঁচ থেকে অবিচ্ছিন্নভাবে ৫′ →৩′ মুখী শিকল সৃষ্টি হয়, একে অগ্রগামী সূত্রক বা leading strand বলে। আবার ৫′→৩′ মুখী অপর টেমপ্লেট-এর ওপর বিপরীতমুখী হয়ে ৫′ → ৩′ বরাবর বিচ্ছিন্ন বা খণ্ড খণ্ডভাবে শিকল গঠিত হয়। এই খণ্ডগুলোকে ওকাজাকি সূত্র (Okazaki fragment) বলে। জাপানি বিজ্ঞানী Okazaki এটি আবিষ্কার করেন বলে তাঁর নামানুসারে খণ্ডগুলোকে Okazaki fragment বলা হয়। পরবর্তীতে এই খণ্ডগুলো জোড়া লেগে যে সূত্র তৈরি করে তাকে ধীরগামী সূত্র বা lagging strand বলে। সাধারণত lagging strand-এর প্রতিটি খণ্ডে ৫০০-২০০০টি নিউক্লিওটাইড থাকে। প্রতিটি ওকাজাকি খণ্ড তৈরিতে একটি করে প্রাইমার ব্যবহার হয়।



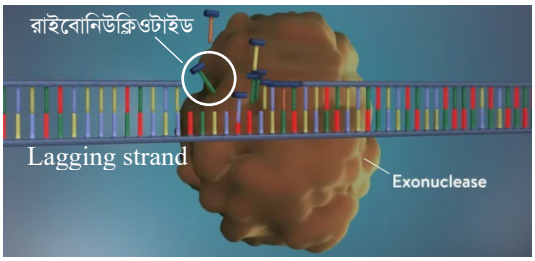
৭। DNA প্রুফরিডিং এবং মেরামত : অপত্য হেলিক্স তৈরির সময় ছাঁচের বিপরীতে পরিপূরক নিউক্লিওটাইড সঠিকভাবে সংযুক্ত না হয়ে অনেক সময় ভিন্ন নিউক্লিওটাইড যুক্ত হতে পারে। যেমন: A=T এর স্থলে A=C হয়ে যেতে পারে। একে mismatch বলে। অথবা পরিবেশীয় প্রভাবকের (যেমন- UV-ray, বিষাক্ত মৌল, কারসিনোজেনিক পদার্থ) কারণে DNA-তে ক্ষত হতে পারে। DNA পরুফ রিডিং এনজাইম এই ধরনের সমস্যার সংশোধন করে থাকে।

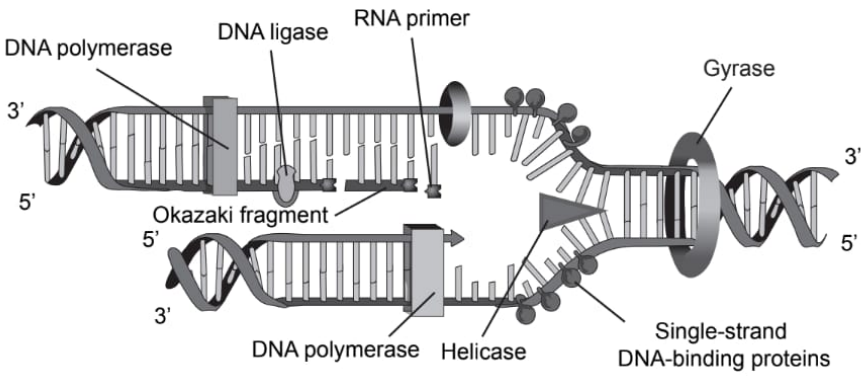


৮। RNA-প্রাইমার বিমোচন ও রেপ্লিকেশন সমাপ্তিকরণ : এক্সোনিউক্লিয়েজ এনজাইম নতুন সৃষ্ট সূত্রক থেকে RNA-প্রাইমারকে অপসারণ করে। ফলে দুটি ওকাজাকি খণ্ডের মাঝে ফাঁকা স্থান তৈরি হয়। DNA পলিমারেজ এনজাইম এই ফাঁকা স্থান গুলো ডিঅক্সিরাইবোনিউক্লিওটাইড দ্বারা পূর্ণ করে নতুন খন্ডক উৎপন্ন করবে। খণ্ড সূত্রগুলো পরে DNA লাইগেজ এনজাইমের সাহায্যে যুক্ত হয়ে পূর্ণাঙ্গ সূত্র সৃষ্টি করে। অপত্য DNA অণু দুটি পৃথক হয়ে গাইরেজ এনজাইমের প্রভাবে পুনরায় কুণ্ডলিত আকার ধারণ করে। এভাবে সৃষ্ট নতুন দুটি DNA-এর প্রতিটিতে একটি সূত্র নতুন এবং অপর সূত্র পুরাতন DNA অণুর । এই কারণে একে অর্ধসংরক্ষণশীল প্রক্রিয়া বলা হয়।



DNA রেপ্লিকেশনের জৈবিক গুরুত্ব : DNA রেপ্লিকেশন না হলে কোষ বিভাজন এবং গ্যামি সৃষ্টি সম্ভব নয়। এর মাধ্যমইে জীবের দৈহিক বৃদ্ধি সংঘটিত হয় এবং প্রজাতির সঠিক ধারাবাহিকতা বজায় থাকে। আবার DNA থেকে mRNA সৃষ্টি হয় এবং তা থেকে রাইবোজোমের মাধ্যমে প্রোটিন সংশ্লেষণ ঘটে। ফলে জীবের বৃদ্ধি ও বিকাশ সম্ভব হয়। DNA রেপ্লিকেশন না হলে এটি সম্ভব হতো না। DNA রেপ্লিকেশন-এর মাধ্যমেই জীবের সকল জেনেটিক তথ্যে (পরবর্তী বংশধরে) স্থানান্তরের সূচনা হয়।





DNA Replication প্রক্রিয়া (অঙ্কনের জন্য)