# दीर्घ उत्तरीय प्रश्नोत्तर

**प्रश्न 1:- जीन सामग्री (Genetic Material) के इतिहास पर चर्चा करें, जिसमें मीज़र से लेकर वॉटसन और क्रिक तक के योगदान को शामिल करें। ग्रिफ़िथ और एवरी के परिवर्तन (Transformation) प्रयोगों की व्याख्या करें और उनका महत्व बताएं। हर्शी-चेस बैक्टीरियोफेज़ प्रयोग के परिणाम और इसके डीएनए को आनुवंशिक सामग्री मानने में भूमिका का वर्णन करें।**

**उत्तर:-** जीन सामग्री का अध्ययन जीव विज्ञान और आनुवंशिकी का एक प्रमुख क्षेत्र है, जो यह निर्धारित करता है कि जीवन के बुनियादी कार्यों को किस प्रकार नियंत्रित किया जाता है। जीन सामग्री के रूप में डीएनए (डिऑक्सीराइबोन्यूक्लिक एसिड) की खोज वैज्ञानिकों के लंबे समय के अध्ययन और विभिन्न प्रयोगों का परिणाम है। इस लेख में हम मीज़र से वॉटसन और क्रिक तक के योगदान, ग्रिफ़िथ और एवरी के परिवर्तन प्रयोग, तथा हर्शी-चेस बैक्टीरियोफेज़ प्रयोग का वर्णन करेंगे, और यह समझेंगे कि डीएनए को आनुवंशिक सामग्री के रूप में स्वीकार क्यों किया गया।

### मीज़र का योगदान

1869 में, फ्रेडरिक मीज़र (Friedrich Miescher) ने पहली बार न्यूक्लिक एसिड की पहचान की। उन्होंने मवाद कोशिकाओं (pus cells) से न्यूक्लियस को अलग किया और उसमें एक नए प्रकार के पदार्थ की खोज की, जिसे उन्होंने "न्यूक्लीन" कहा। यह न्यूक्लीन वास्तव में डीएनए था। हालांकि, मीज़र ने यह नहीं बताया कि यह आनुवंशिक सामग्री है, लेकिन उनके कार्य ने डीएनए के अध्ययन की नींव रखी।

### ग्रिफ़िथ का परिवर्तन (Transformation) प्रयोग

1928 में फ्रेडरिक ग्रिफ़िथ (Frederick Griffith) ने स्ट्रेप्टोकॉकस निमोनिया (Streptococcus pneumoniae) बैक्टीरिया पर अध्ययन किया। उन्होंने दो प्रकार के बैक्टीरिया का उपयोग किया:

1. **एस-प्रकार (S-Strain):** यह स्मूद और रोगजनक था।
2. **आर-प्रकार (R-Strain):** यह रफ और गैर-रोगजनक था।

### ग्रिफ़िथ का प्रयोग

ग्रिफ़िथ ने चार चरणों में यह प्रयोग किया:

1. जीवित एस-प्रकार बैक्टीरिया को चूहों में इंजेक्ट किया, जिससे चूहे मर गए।
2. जीवित आर-प्रकार बैक्टीरिया को चूहों में इंजेक्ट किया, लेकिन चूहे जीवित रहे।
3. गर्मी से मारे गए एस-प्रकार बैक्टीरिया को चूहों में इंजेक्ट किया, और चूहे जीवित रहे।
4. गर्मी से मारे गए एस-प्रकार और जीवित आर-प्रकार बैक्टीरिया का मिश्रण चूहों में इंजेक्ट किया। परिणामस्वरूप, चूहे मर गए।

ग्रिफ़िथ ने पाया कि आर-प्रकार बैक्टीरिया ने एस-प्रकार के लक्षण प्राप्त कर लिए। इसे उन्होंने "परिवर्तन (Transformation)" कहा। हालांकि, वे यह स्पष्ट नहीं कर सके कि यह परिवर्तन किस पदार्थ के कारण हुआ।

**एवरी, मैकलियोड, और मैकार्टी का प्रयोग**

1944 में, ओस्वाल्ड एवरी (Oswald Avery), कोलिन मैकलियोड (Colin MacLeod) और मैकलिन मैकार्टी (Maclyn McCarty) ने ग्रिफ़िथ के प्रयोग को आगे बढ़ाया। उन्होंने यह निर्धारित करने का प्रयास किया कि परिवर्तन के लिए जिम्मेदार पदार्थ क्या है।

**प्रयोग और परिणाम**

उन्होंने गर्मी से मारे गए एस-प्रकार बैक्टीरिया से प्रोटीन, डीएनए, और आरएनए को अलग किया।

1. जब प्रोटीन और आरएनए को नष्ट किया गया, तो आर-प्रकार बैक्टीरिया ने एस-प्रकार के गुण प्रदर्शित किए।
2. लेकिन जब डीएनए को नष्ट किया गया, तो कोई परिवर्तन नहीं हुआ।

उन्होंने निष्कर्ष निकाला कि डीएनए वह पदार्थ है जो परिवर्तन का कारण बनता है। यह प्रयोग जीन सामग्री के रूप में डीएनए की भूमिका को समर्थन देता है।

**हर्शी-चेस बैक्टीरियोफेज़ प्रयोग**

1952 में, अल्फ्रेड हर्शी (Alfred Hershey) और मार्था चेस (Martha Chase) ने बैक्टीरियोफेज़ (bacteriophage) वायरस का उपयोग करते हुए एक निर्णायक प्रयोग किया। बैक्टीरियोफेज़ डीएनए और

प्रोटीन से बना होता है। उन्होंने यह पता लगाने का प्रयास किया कि इन दोनों में से कौन आनुवंशिक सामग्री है।

**प्रयोग**

1. उन्होंने बैक्टीरियोफेज़ के डीएनए को रेडियोधर्मी फास्फोरस-32 (32P^{32}P32P) और प्रोटीन को रेडियोधर्मी सल्फर-35 (35S^{35}S35S) से चिह्नित किया।
2. इन चिह्नित फेज़ को बैक्टीरिया में संक्रमण करने दिया गया।
3. संक्रमण के बाद, उन्होंने बैक्टीरिया और फेज़ के बाहरी भाग को अलग किया।

**परिणाम**

1. 32P^{32}P32P से चिह्नित डीएनए बैक्टीरिया के अंदर पाया गया, जबकि 35S^{35}S35S से चिह्नित प्रोटीन बाहरी भाग में ही रहा।
2. यह स्पष्ट हुआ कि केवल डीएनए ही बैक्टीरिया के अंदर प्रवेश करता है और आनुवंशिक जानकारी को स्थानांतरित करता है।

हर्शी-चेस प्रयोग ने यह साबित कर दिया कि डीएनए ही आनुवंशिक सामग्री है।

**वॉटसन और क्रिक का योगदान**

1953 में, जेम्स वॉटसन (James Watson) और फ्रांसिस क्रिक (Francis Crick) ने डीएनए की संरचना को खोजा। उन्होंने रोसलिंड फ्रैंकलिन और मॉरिस विल्किंस द्वारा किए गए एक्स-रे विवर्तन (X-ray diffraction) अध्ययनों का उपयोग किया।

**डीएनए की संरचना**

1. डीएनए एक डबल हेलिक्स (Double Helix) संरचना है।
2. यह शर्करा (डिऑक्सीराइबोज़), फॉस्फेट, और चार नाइट्रोजन बेस (एडेनिन, गुआनिन, साइटोसिन, थाइमिन) से बना है।
3. बेस पेयरिंग नियम: एडेनिन थाइमिन के साथ और गुआनिन साइटोसिन के साथ जुड़ता है।

Teach To India
विद्या परमं बलम्

उनकी खोज ने यह समझने में मदद की कि डीएनए आनुवंशिक जानकारी को कैसे संग्रहीत करता है और इसे अगली पीढ़ी तक कैसे स्थानांतरित करता है।

**जीन सामग्री के अध्ययन का महत्व**

डीएनए को आनुवंशिक सामग्री मानने के पीछे कई महत्वपूर्ण पहलू हैं:

1. यह सभी जीवों में आनुवंशिक जानकारी को संग्रहीत और संचरित करता है।
2. डीएनए की डबल हेलिक्स संरचना इसे स्थिरता प्रदान करती है और त्रुटियों को कम करती है।
3. डीएनए प्रतिकृति (Replication) और प्रोटीन संश्लेषण (Protein Synthesis) में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

**निष्कर्ष**

जीन सामग्री का अध्ययन वैज्ञानिकों के कई दशकों के अनुसंधान और प्रयोगों का परिणाम है। मीज़र ने न्यूक्लिक एसिड की खोज की, ग्रिफ़िथ ने परिवर्तन की खोज की, और एवरी ने इसे डीएनए से जोड़ा। हर्शी और चेस ने इस धारणा को साबित किया, और वॉटसन और क्रिक ने इसकी संरचना को स्पष्ट किया। इन खोजों ने आनुवंशिकी और आणविक जीव विज्ञान को नई ऊंचाइयों तक पहुंचाया। डीएनए की पहचान और इसकी भूमिका को समझने से जैव प्रौद्योगिकी, चिकित्सा, और अन्य वैज्ञानिक क्षेत्रों में क्रांतिकारी परिवर्तन आए हैं।

**प्रश्न 2:- डीएनए की संरचना का वर्णन करें, जिसमें इसके द्विकुंडली (Double Helix) मॉडल को विस्तार से समझाया जाए। डीएनए के विभिन्न प्रकार (जैसे A-DNA, B-DNA, Z-DNA) को उनके संरचनात्मक भिन्नताओं सहित स्पष्ट करें। जीन सामग्री के अन्य प्रकारों (जैसे RNA) की तुलना डीएनए से करें।**

**उत्तर:-** डीऑक्सीराइबोन्यूक्लिक एसिड (डीएनए) सभी जीवों की अनुवांशिक सामग्री का आधार है। यह एक जटिल जैविक अणु है जो अनुवांशिक जानकारी को संग्रहीत और प्रसारित करता है। डीएनए की संरचना को समझने के लिए वैज्ञानिकों ने कई दशकों तक शोध किया। 1953 में जेम्स वॉटसन और फ्रांसिस क्रिक ने डीएनए के द्विकुंडली (Double Helix) मॉडल का प्रस्ताव रखा, जो अब भी इसकी संरचना को समझाने के लिए मान्य है।

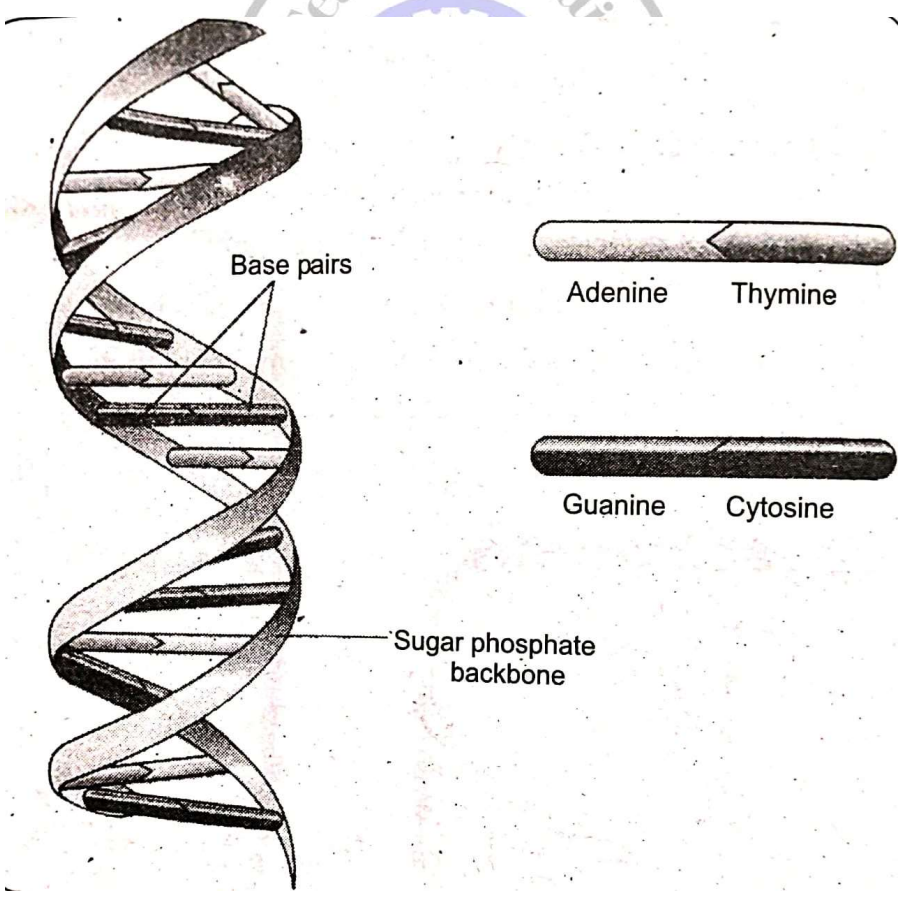
**डीएनए की संरचना:**

डीएनए एक पॉलिन्यूक्लियोटाइड श्रृंखला है, जिसमें न्यूक्लियोटाइड नामक इकाइयां होती हैं। प्रत्येक न्यूक्लियोटाइड तीन मुख्य घटकों से बना होता है:

1. **नाइट्रोजनस बेस:** यह चार प्रकार के हो सकते हैं - एडेनिन (A), गुआनिन (G), साइटोसिन (C), और थाइमिन (T)।
2. **शुगर अणु:** डीऑक्सीराइबोज (पेंटोज शुगर)।
3. **फॉस्फेट ग्रुप:** यह डीएनए की रीढ़ (Backbone) बनाने में मदद करता है।

**द्विकुंडली (Double Helix) मॉडल:**

डीएनए दो समानांतर न्यूक्लियोटाइड श्रृंखलाओं से बना होता है, जो एक-दूसरे के चारों ओर कुंडलित होती हैं। इस मॉडल की विशेषताएं हैं:




1. **एंटी-पैरेलल दिशा:** एक श्रृंखला 5' से 3' दिशा में और दूसरी 3' से 5' दिशा में होती है।

2. **हाइड्रोजन बॉन्डिंग:** दो न्यूक्लियोटाइड श्रृंखलाओं के बीच नाइट्रोजनस बेस हाइड्रोजन बंधनों के माध्यम से जुड़ते हैं।
   - एडेनिन (A) थाइमिन (T) के साथ दो हाइड्रोजन बंधन बनाता है।
   - गुआनिन (G) साइटोसिन (C) के साथ तीन हाइड्रोजन बंधन बनाता है।
3. **समीपता:** डीएनए की स्थिरता को हाइड्रोजन बंधन और हाइड्रोफोबिक इंटरैक्शन द्वारा बनाए रखा जाता है।
4. **कुंडलित संरचना:** डीएनए का व्यास लगभग 2 नैनोमीटर होता है, और प्रत्येक कुंडली में 10 न्यूक्लियोटाइड्स होते हैं।

यह मॉडल डीएनए की सूचना संग्रहण क्षमता और उसकी स्थायित्व को स्पष्ट करता है।

**डीएनए के विभिन्न प्रकार:**

डीएनए की संरचना में भिन्नता विभिन्न परिस्थितियों के अनुसार होती है, जैसे कि जल की मात्रा और आयनिक स्थिति। तीन मुख्य प्रकार के डीएनए संरचनाएं हैं:

**1. A-DNA:**

- **संरचनात्मक विशेषताएं:**
  - यह डीएनए का डिहाइड्रेटेड रूप है।
  - यह बी-डीएनए की तुलना में अधिक कॉम्पैक्ट होता है।
  - इसका व्यास लगभग 2.3 नैनोमीटर होता है और इसमें प्रति कुंडल 11 न्यूक्लियोटाइड्स होते हैं।
- **रूपरेखा:** यह एक दाहिने हाथ का कुंडल है, लेकिन अधिक चौड़ा और छोटा होता है।
- **महत्व:** यह आमतौर पर प्रयोगशाला स्थितियों में बनता है और कोशिकाओं में कम पाया जाता है।

**2. B-DNA:**

- **संरचनात्मक विशेषताएं:**
  - यह डीएनए का प्राकृतिक और सामान्य रूप है, जो अधिकांश कोशिकाओं में पाया जाता है।
  - इसका व्यास 2 नैनोमीटर होता है और प्रत्येक कुंडल में 10.5 न्यूक्लियोटाइड्स होते हैं।

- **रूपरेखा:** यह दाहिने हाथ का कुंडल है, जो पानी और न्यूक्लियोटाइड्स की सामान्य स्थिति में स्थिर रहता है।
- **महत्व:** यह अनुवांशिक सामग्री के प्रतिकृति और ट्रांसक्रिप्शन के लिए अनुकूल है।

**3. Z-DNA:**

- **संरचनात्मक विशेषताएं:**
  - यह डीएनए का एक दुर्लभ और विशिष्ट प्रकार है।
  - यह बी-डीएनए की तुलना में अधिक पतला होता है और बाएं हाथ का कुंडल बनाता है।
  - इसमें प्रति कुंडल 12 न्यूक्लियोटाइड्स होते हैं।
- **रूपरेखा:** यह उच्च नमक सांद्रता और विशेष अनुक्रमों (जैसे GCGCGC) की उपस्थिति में बनता है।
- **महत्व:** इसका संबंध जीन की अभिव्यक्ति और कुछ आनुवंशिक विकारों से है।

**डीएनए और आरएनए की तुलना:**

डीएनए और आरएनए, दोनों ही अनुवांशिक जानकारी को संग्रहीत और व्यक्त करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं, लेकिन इनके बीच कई संरचनात्मक और कार्यात्मक भिन्नताएं हैं:

| पैरामीटर | डीएनए | आरएनए |
|---|---|---|
| **शुगर** | डीऑक्सीराइबोज | राइबोज |
| **नाइट्रोजनस बेस** | थाइमिन (T) | यूरासिल (U) |
| **स्ट्रैंड्स** | डबल-स्ट्रैंडेड | सिंगल-स्ट्रैंडेड |
| **स्थिरता** | अधिक स्थिर | कम स्थिर |
| **स्थान** | मुख्यतः नाभिक में | नाभिक और साइटोप्लाज्म में |
| **कार्य** | अनुवांशिक जानकारी का दीर्घकालिक संग्रहण | प्रोटीन संश्लेषण में मध्यस्थ के रूप में |

**डीएनए का कार्य:**

1. **अनुवांशिक जानकारी का संग्रहण:** डीएनए जीनोम में संरक्षित रहता है और पीढ़ी-दर-पीढ़ी हस्तांतरित होता है।
2. **प्रतिकृति (Replication):** डीएनए अपनी प्रतिलिपि बनाकर कोशिकाओं के विभाजन में मदद करता है।
3. **ट्रांसक्रिप्शन का टेम्प्लेट:** डीएनए आरएनए के संश्लेषण के लिए आधार प्रदान करता है।

**आरएनए का कार्य:**

1. **सूचना का प्रसारण:** मैसेंजर आरएनए (mRNA) जीनोमिक जानकारी को राइबोसोम तक पहुंचाता है।
2. **प्रोटीन संश्लेषण:** ट्रांसफर आरएनए (tRNA) अमीनो एसिड्स को राइबोसोम तक लाता है।
3. **एंजाइमेटिक कार्य:** राइबोसोमल आरएनए (rRNA) प्रोटीन संश्लेषण में भूमिका निभाता है।

**डीएनए की जैविक भूमिका:**

1. **सूचना का संग्रहण:** डीएनए कोशिका में सभी जैविक प्रक्रियाओं का ब्लूप्रिंट प्रदान करता है।
2. **जीन अभिव्यक्ति:** डीएनए में संग्रहित जानकारी को आरएनए और प्रोटीन के माध्यम से व्यक्त किया जाता है।
3. **विकास और अनुकूलन:** डीएनए में उत्पन्न होने वाले उत्परिवर्तन जीवों के विकास और अनुकूलन में मदद करते हैं।

Teach To India
विद्या परमं बलम्

**निष्कर्ष:**

डीएनए की संरचना और उसके द्विकुंडली मॉडल ने आधुनिक आणविक जीव विज्ञान की नींव रखी है। इसकी संरचना और विभिन्न प्रकार (A-DNA, B-DNA, Z-DNA) कोशिका के कामकाज और अनुवांशिक जानकारी के संग्रहण में योगदान करते हैं। डीएनए और आरएनए के बीच तुलना उनकी जैविक भूमिकाओं और संरचनात्मक विशेषताओं को स्पष्ट करती है। डीएनए के अध्ययन ने न केवल जीवन को समझने में मदद की है, बल्कि चिकित्सा और जैव प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में भी क्रांति लाई है।

**प्रश्न 3:- प्रोकेरियोट्स और यूकेरियोट्स में डीएनए प्रतिकृति के लिए अर्ध-संरक्षणीय (Semi-conservative) प्रक्रिया को समझाएं। द्विदिशीय प्रतिकृति (Bidirectional replication) और अर्ध-लगातार (Semi-discontinuous) प्रतिकृति की प्रक्रिया का वर्णन करें। ø (थीटा) प्रतिकृति मोड और रैखिक डीएसडीएनए (Linear dsDNA) की प्रतिकृति के बीच का अंतर स्पष्ट करें।**

**उत्तर:-** डीएनए प्रतिकृति (DNA Replication) एक ऐसी प्रक्रिया है, जिसमें डीएनए अणु अपनी सटीक प्रतिकृति (copy) बनाता है। प्रोकेरियोट्स और यूकेरियोट्स दोनों में डीएनए की प्रतिकृति अर्ध-संरक्षणीय (Semi-conservative) तरीके से होती है। इसका तात्पर्य यह है कि नई बनी प्रत्येक डीएनए डबल हेलिक्स में एक पुरानी (parental) और एक नई (newly synthesized) स्ट्रैंड (strand) होती है।

यह प्रक्रिया मेसेलसन और स्टाल (Meselson and Stahl) के क्लासिकल प्रयोग से सिद्ध हुई थी। इस प्रयोग में उन्होंने 15N^{15}N15N-लेबल वाले भारी नाइट्रोजन का उपयोग करके बैक्टीरिया में डीएनए की प्रतिकृति का अध्ययन किया। उनके निष्कर्ष बताते हैं कि डीएनए की प्रत्येक प्रतिकृति में, एक स्ट्रैंड पैरेंटल डीएनए से आता है और दूसरा नई तरह से निर्मित होता है।

**डीएनए प्रतिकृति प्रक्रिया**

डीएनए प्रतिकृति मुख्यतः तीन चरणों में होती है:

**1. आरंभ (Initiation)**

- **प्रोकेरियोट्स:** डीएनए की प्रतिकृति आरंभ बिंदु (origin of replication) से शुरू होती है जिसे OriC कहा जाता है। यह बिंदु प्रायः एक विशिष्ट अनुक्रम (specific sequence) होता है।
- **यूकेरियोट्स:** यहां प्रतिकृति कई स्थानों (multiple origins of replication) से शुरू होती है। प्रत्येक प्रतिकृति स्थल पर आरंभ के लिए हेलिकेज़ (Helicase) एंजाइम डीएनए के दो स्ट्रैंड को अलग करता है।
- आरंभ प्रक्रिया में डीएनए-अनुक्रम विशिष्ट प्रोटीन (Initiator proteins) शामिल होते हैं, जो डीएनए के डबल हेलिक्स को खोलने में मदद करते हैं।

**2. विस्तार (Elongation)**

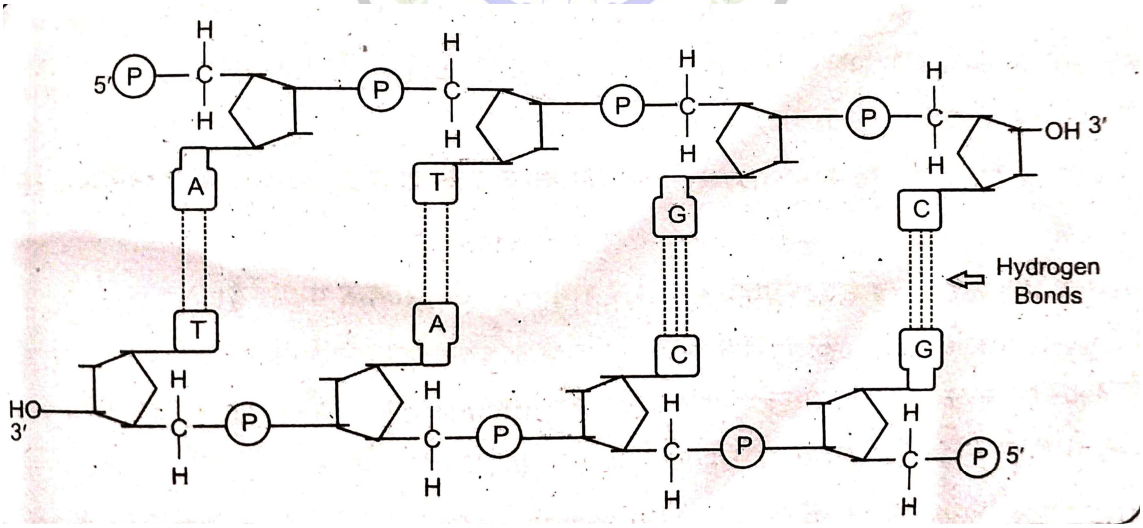
- हेलिकेज़ द्वारा डीएनए को खोलने के बाद, एकल-स्ट्रैंडेड डीएनए को स्थिर बनाए रखने के लिए एसएसबी प्रोटीन (Single-stranded binding proteins) लगते हैं।
- डीएनए पॉलिमरेज़ (DNA Polymerase) नया डीएनए संश्लेषण करता है। यह एंजाइम केवल 5' से 3' दिशा में ही काम करता है। इसलिए एक स्ट्रैंड लीडिंग स्ट्रैंड (Leading Strand) और दूसरा लैगिंग स्ट्रैंड (Lagging Strand) कहलाता है।

### 3. समापन (Termination)

- **प्रोकेरियोट्स में:** टर्मिनेशन साइट्स (termination sites) और टस्क प्रोटीन (Tus protein) इस प्रक्रिया को रोकते हैं।
- **यूकेरियोट्स में:** टेलोमेरेस (Telomerase) एंजाइम क्रोमोसोम के अंत में डीएनए को स्थिर रखने में मदद करता है।

### द्विदिशीय (Bidirectional) डीएनए प्रतिकृति

डीएनए की प्रतिकृति द्विदिशीय (Bidirectional) होती है, अर्थात यह प्रक्रिया मूल बिंदु (origin) से दोनों दिशाओं में आगे बढ़ती है। इस प्रक्रिया में:




1. **प्रारंभ बिंदु (Origin):**
   - प्रोकेरियोट्स में एकल आरंभ बिंदु होता है।
   - यूकेरियोट्स में कई आरंभ बिंदु होते हैं।
2. **दो प्रतिकृति कांटे (Replication Forks):**

- डीएनए के प्रत्येक आरंभ बिंदु से दो प्रतिकृति कांटे (replication forks) निकलते हैं, जो विपरीत दिशाओं में चलते हैं।
- यह प्रक्रिया डीएनए प्रतिकृति की गति को बढ़ाती है, विशेष रूप से यूकेरियोट्स में जहां जीनोम का आकार बड़ा होता है।

3. **प्रक्रिया की गति:**
    - प्रोकेरियोट्स में, छोटे जीनोम होने के कारण प्रक्रिया तेज होती है।
    - यूकेरियोट्स में जीनोम बड़ा होने के कारण कई द्विदिशीय प्रक्रियाएं एक साथ काम करती हैं।

### अर्ध-लगातार (Semi-discontinuous) प्रतिकृति

डीएनए प्रतिकृति अर्ध-लगातार होती है क्योंकि:

1. **लीडिंग स्ट्रैंड:**
    - लीडिंग स्ट्रैंड (Leading Strand) का संश्लेषण निरंतर (continuous) होता है।
    - यह 5' से 3' दिशा में प्राइमर की आवश्यकता के बिना चलता है।
2. **लैगिंग स्ट्रैंड:**
    - लैगिंग स्ट्रैंड (Lagging Strand) का संश्लेषण असतत (discontinuous) होता है।
    - यह छोटे-छोटे खंडों में होता है जिन्हें ओकाज़ाकी खंड (Okazaki fragments) कहते हैं।
    - प्रत्येक खंड की शुरुआत RNA प्राइमर से होती है, जिसे डीएनए पॉलिमरेज़ III द्वारा विस्तारित किया जाता है। बाद में, डीएनए पॉलिमरेज़ I RNA प्राइमर को डीएनए से बदलता है, और डीएनए लाइगेज़ (DNA Ligase) इन खंडों को जोड़ता है।

### ø (थीटा) प्रतिकृति मोड

थीटा प्रतिकृति मोड मुख्यतः प्रोकेरियोट्स में देखा जाता है। इसका नाम इस प्रक्रिया में बनने वाले थीटा ($\theta\theta$) जैसे संरचना से लिया गया है।

### विशेषताएँ:

1. **आरंभ बिंदु:** यह एक ही आरंभ बिंदु (origin) से शुरू होता है।
2. **द्विदिशीय प्रकृति:** प्रतिकृति द्विदिशीय होती है, दोनों दिशाओं में एक साथ आगे बढ़ती है।

3. **कांटे की गति:** प्रतिकृति कांटे तब तक चलते हैं जब तक वे विपरीत छोर पर मिल नहीं जाते।
4. **उपयोग:** बैक्टीरिया (जैसे ई. कोलाई) में यह प्रक्रिया प्रचलित है।

**रैखिक डीएसडीएनए (Linear dsDNA) की प्रतिकृति**

रैखिक डीएसडीएनए (Linear Double-Stranded DNA) की प्रतिकृति मुख्यतः यूकेरियोट्स में होती है। यह प्रक्रिया थीटा प्रतिकृति मोड से भिन्न होती है।

**प्रमुख अंतर:**

1. **आरंभ बिंदु:**
   - रैखिक डीएसडीएनए में कई आरंभ बिंदु होते हैं।
   - थीटा प्रतिकृति में केवल एक ही आरंभ बिंदु होता है।
2. **टेलोमेरेस की भूमिका:**
   - रैखिक डीएनए के सिरों पर टेलोमेरेस (Telomerase) एंजाइम काम करता है। यह क्रोमोसोम के सिरों की रक्षा करता है और उनकी प्रतिकृति में सहायता करता है।
   - थीटा प्रतिकृति में टेलोमेरेस की आवश्यकता नहीं होती।
3. **संरचना:**
   - रैखिक डीएसडीएनए की प्रतिकृति जटिल होती है, और इसमें अधिक एंजाइम और प्रोटीन शामिल होते हैं।
   - थीटा प्रतिकृति संरचनात्मक रूप से सरल होती है।
4. **गतिशीलता:**
   - रैखिक डीएनए की प्रतिकृति धीमी गति से होती है क्योंकि जीनोम बड़ा होता है।
   - थीटा प्रतिकृति तेज गति से होती है क्योंकि जीनोम छोटा होता है।

**सारांश**

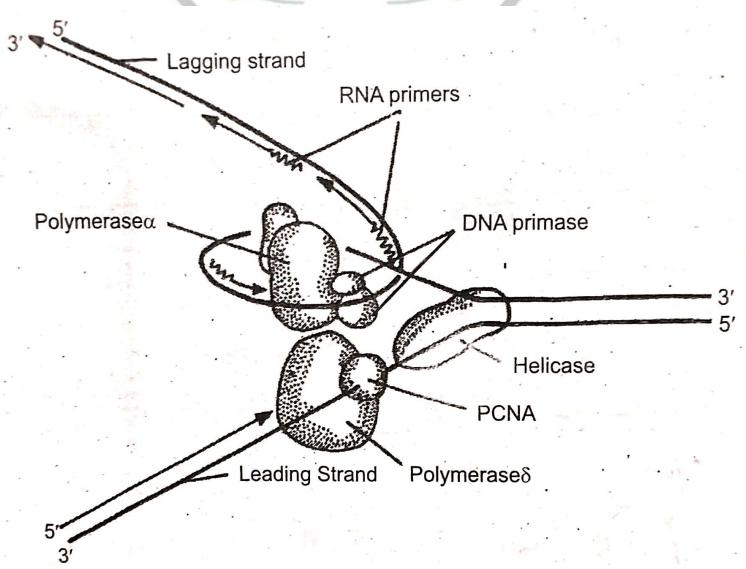
प्रोकेरियोट्स और यूकेरियोट्स में डीएनए की प्रतिकृति अर्ध-संरक्षणीय प्रक्रिया के तहत होती है। द्विदिशीय प्रतिकृति दोनों में समान होती है, लेकिन यूकेरियोट्स में यह अधिक जटिल होती है। अर्ध-लगातार प्रतिकृति में लीडिंग और लैगिंग स्ट्रैंड की भिन्न प्रक्रियाएँ इसे अद्वितीय बनाती हैं। थीटा प्रतिकृति मोड और रैखिक डीएसडीएनए प्रतिकृति के बीच मूलभूत अंतर उनके संरचनात्मक और प्रक्रियात्मक भिन्नताओं पर

आधारित है। इन प्रक्रियाओं की गहन समझ से जीनोम स्थिरता और डीएनए संश्लेषण के अन्य पहलुओं पर प्रकाश डाला जा सकता है।

**प्रश्न 4:- डीएनए प्रतिकृति में शामिल प्रमुख एंजाइमों (जैसे डीएनए पॉलिमरेज़, हेलिकेज़, प्राइमेज़) की भूमिका और कार्यों का वर्णन करें। रैखिक गुणसूत्र (Linear Chromosome) के 5' छोर की प्रतिकृति की समस्या और इसे हल करने के लिए टेलोमेरेज़ एंजाइम की भूमिका पर चर्चा करें। डीएनए प्रतिकृति में आरएनए प्राइमिंग की आवश्यकता क्यों होती है, इसका वर्णन करें।**

**उत्तर:-** डीएनए प्रतिकृति (DNA Replication) एक अत्यंत महत्वपूर्ण जैविक प्रक्रिया है, जिसमें डीऑक्सीराइबोन्यूक्लिक एसिड (डीएनए) का सटीक प्रतिलिपि बनती है। यह प्रक्रिया कोशिका विभाजन से पहले होती है ताकि प्रत्येक पुत्री कोशिका को जीनोमिक सामग्री की समान प्रतिलिपि प्राप्त हो सके। डीएनए प्रतिकृति अर्ध-संरक्षात्मक (semi-conservative) होती है, जिसमें मूल डीएनए के प्रत्येक स्ट्रैंड (strand) एक नए स्ट्रैंड के निर्माण के लिए टेम्पलेट के रूप में कार्य करता है। इस प्रक्रिया में विभिन्न एंजाइम और प्रोटीन शामिल होते हैं जो इसे सटीकता और कुशलता से पूरा करते हैं।

1. **डीएनए प्रतिकृति में प्रमुख एंजाइमों की भूमिका और कार्य**




**(i) डीएनए पॉलिमरेज़ (DNA Polymerase)**

- **भूमिका:** डीएनए पॉलिमरेज़ वह एंजाइम है जो नए डीएनए स्ट्रैंड को 5' से 3' दिशा में जोड़ता है। यह मौजूदा न्यूक्लियोटाइड के 3' हाइड्रॉक्सिल ग्रुप पर न्यूक्लियोटाइड्स को जोड़ता है।
- **कार्य:**
  1. यह टेम्पलेट स्ट्रैंड के पूरक आधार जोड़ता है।
  2. त्रुटियों को पहचानने और ठीक करने के लिए proofreading करता है, जिससे प्रतिकृति की सटीकता सुनिश्चित होती है।
  3. प्राइमर (primer) से शुरू करते हुए, डीएनए पॉलिमरेज़ प्रमुख और पिछड़े स्ट्रैंड (leading and lagging strands) पर न्यूक्लियोटाइड जोड़ता है।

**(ii) हेलिकेज़ (Helicase)**

- **भूमिका:** हेलिकेज़ वह एंजाइम है जो डीएनए इबल हेलिक्स को खोलता है, जिससे दो स्ट्रैंड्स अलग हो जाते हैं और प्रतिकृति के लिए उपलब्ध हो जाते हैं।
- **कार्य:**
  1. यह हाइड्रोजन बांड्स को तोड़ता है जो पूरक डीएनए स्ट्रैंड्स को जोड़कर रखते हैं।
  2. प्रतिकृति कांटे (replication fork) का निर्माण करता है और आगे बढ़ते हुए डीएनए को खोलता है।

Teach To India
विद्या परमं बलम्

**(iii) प्राइमेज़ (Primase)**

- **भूमिका:** प्राइमेज़ आरएनए प्राइमर को संश्लेषित करता है, जो डीएनए पॉलिमरेज़ के लिए आवश्यक आरंभिक बिंदु प्रदान करता है।
- **कार्य:**
  1. डीएनए प्रतिकृति शुरू करने के लिए 5-10 न्यूक्लियोटाइड्स लंबा आरएनए प्राइमर बनाता है।
  2. पिछड़े स्ट्रैंड (lagging strand) पर प्रत्येक ओकाज़ाकी फ्रैगमेंट (Okazaki fragment) की शुरुआत के लिए नए प्राइमर प्रदान करता है।

**(iv) डीएनए लिगेज़ (DNA Ligase)**

- **भूमिका:** यह एंजाइम डीएनए के टुकड़ों को जोड़ने का कार्य करता है।

- **कार्य:**
    1. पिछड़े स्ट्रैंड पर ओकाज़ाकी फ्रैगमेंट्स के बीच फॉस्फोडायएस्टर बांड बनाता है।
    2. डीएनए स्ट्रैंड को निरंतरता प्रदान करता है।

### (v) टोपोइसोमेरेज़ (Topoisomerase)

- **भूमिका:** टोपोइसोमेरेज़ प्रतिकृति के दौरान डीएनए में सुपरकॉइलिंग (supercoiling) को रोकता है।
- **कार्य:**
    1. यह डीएनए के कुछ हिस्सों को अस्थायी रूप से काटता है और उन्हें वापस जोड़ता है।
    2. तनाव को कम करता है और डीएनए को सही संरचना में बनाए रखता है।

### (vi) सिंगल-स्ट्रैंडेड डीएनए बाइंडिंग प्रोटीन (SSB Proteins)

- **भूमिका:** ये प्रोटीन एकल-स्ट्रैंड डीएनए को स्थिर करते हैं और इसे फिर से जोड़ने से रोकते हैं।
- **कार्य:**
    1. डीएनए स्ट्रैंड्स को अलग रखने में सहायता करते हैं।
    2. हेलिकेज़ और पॉलिमरेज़ के लिए टेम्पलेट को तैयार रखते हैं।

## 2. रैखिक गुणसूत्र (Linear Chromosome) के 5' छोर की प्रतिकृति की समस्या

रैखिक डीएनए के 5' छोर पर प्रतिकृति एक चुनौतीपूर्ण समस्या है। प्रतिकृति के अंत में, आरएनए प्राइमर को हटाने के बाद, डीएनए पॉलिमरेज़ नए न्यूक्लियोटाइड्स जोड़ने में असमर्थ होता है क्योंकि 5' छोर पर कोई फ्री हाइड्रॉक्सिल ग्रुप नहीं होता। इससे डीएनए के छोर छोटे होते जाते हैं, जिसे "टेलोमेरिक शॉर्टनिंग" कहा जाता है।

**इस समस्या का कारण:**

1. डीएनए पॉलिमरेज़ केवल 5' से 3' दिशा में काम करता है।
2. पिछड़े स्ट्रैंड पर ओकाज़ाकी फ्रैगमेंट्स की प्रतिकृति के बाद, अंतिम प्राइमर के स्थान को डीएनए द्वारा भरा नहीं जा सकता।

3. प्रत्येक प्रतिकृति चक्र में डीएनए लंबाई में कमी आती है, जिससे अंततः जीनोमिक अस्थिरता हो सकती है।

**टेलोमेरेज़ एंजाइम की भूमिका:**

- **टेलोमेरेज़** एक राइबोन्यूक्लियोप्रोटीन एंजाइम है, जो रैखिक डीएनए के 5' छोर की समस्या को हल करता है।
- यह टेलोमेर (chromosome के छोर पर रिपीटेड डीएनए अनुक्रम) को बनाए रखता है।
- **कार्य:**
    1. टेलोमेरेज़ का आरएनए घटक डीएनए टेम्पलेट के रूप में कार्य करता है।
    2. यह डीएनए पॉलिमरेज़ द्वारा आगे प्रतिकृति के लिए 5' छोर पर नए अनुक्रम जोड़ता है।
    3. जर्मलाइन कोशिकाओं और स्टेम कोशिकाओं में टेलोमेरेज़ सक्रिय रहता है, जिससे कोशिकाओं की दीर्घायु सुनिश्चित होती है।

**चिकित्सकीय दृष्टिकोण:**

1. टेलोमेरेज़ की सक्रियता कैंसर कोशिकाओं में अनियंत्रित विभाजन को बढ़ावा देती है।
2. टेलोमेरेज़ के असामान्य कार्य से उम्र बढ़ने और उम्र-संबंधी बीमारियां हो सकती हैं।

**3. डीएनए प्रतिकृति में आरएनए प्राइमिंग की आवश्यकता**

डीएनए पॉलिमरेज़ की एक प्रमुख सीमा यह है कि यह डीएनए संश्लेषण शुरू नहीं कर सकता। इसे एक मुक्त 3' हाइड्रॉक्सिल ग्रुप की आवश्यकता होती है, जिसे आरएनए प्राइमर प्रदान करता है। आरएनए प्राइमिंग की आवश्यकता को निम्नलिखित बिंदुओं में समझा जा सकता है:

**(i) डीएनए पॉलिमरेज़ का प्रारंभिक कार्य:**

- डीएनए पॉलिमरेज़ केवल मौजूदा न्यूक्लियोटाइड श्रृंखला पर ही काम कर सकता है।
- प्राइमेज़ एंजाइम एक छोटा आरएनए प्राइमर बनाता है, जो डीएनए प्रतिकृति का आरंभिक बिंदु प्रदान करता है।

**(ii) प्रमुख और पिछड़े स्ट्रैंड पर प्राइमर की भूमिका:**

1. **प्रमुख स्ट्रैंड:** यहाँ केवल एक बार प्राइमर की आवश्यकता होती है क्योंकि प्रतिकृति सतत (continuous) होती है।
2. **पिछड़े स्ट्रैंड:** यहाँ प्रत्येक ओकाज़ाकी फ्रैगमेंट के लिए अलग-अलग प्राइमर की आवश्यकता होती है क्योंकि प्रतिकृति खंडित (discontinuous) होती है।

**(iii) प्राइमर का प्रतिस्थापन:**

- प्रतिकृति के अंत में, डीएनए पॉलिमरेज़ I आरएनए प्राइमर को हटा देता है और इसे डीएनए न्यूक्लियोटाइड्स से बदल देता है।
- डीएनए लिगेज़ फॉस्फोडायएस्टर बांड बनाकर डीएनए के टुकड़ों को जोड़ता है।

**आरएनए प्राइमर की अनुपस्थिति में समस्याएं:**

1. डीएनए प्रतिकृति शुरू नहीं हो सकती।
2. जीनोमिक अस्थिरता और कोशिका मृत्यु हो सकती है।

**निष्कर्ष**

डीएनए प्रतिकृति जीवन के लिए एक आवश्यक प्रक्रिया है, जिसमें विभिन्न एंजाइम और प्रोटीन अपनी विशिष्ट भूमिकाएं निभाते हैं। डीएनए पॉलिमरेज़, हेलिकेज़, प्राइमेज़, और टेलोमेरेज़ जैसे एंजाइम प्रतिकृति प्रक्रिया को कुशलता और सटीकता से पूरा करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। रैखिक गुणसूत्र के 5' छोर की समस्या और इसे हल करने में टेलोमेरेज़ की भूमिका एक अत्यंत विशिष्ट और महत्वपूर्ण प्रक्रिया है, जो कोशिकाओं की दीर्घायु और जीनोमिक स्थिरता सुनिश्चित करती है। अंततः, डीएनए प्रतिकृति में आरएनए प्राइमिंग आवश्यक है क्योंकि यह प्रक्रिया के लिए एक आरंभिक बिंदु प्रदान करता है। इन तंत्रों की गहन समझ न केवल जैविक प्रक्रियाओं को स्पष्ट करती है बल्कि चिकित्सकीय दृष्टिकोण से भी अत्यंत महत्वपूर्ण है।

**प्रश्न 5:- डीएनए प्रतिकृति की सटीकता क्यों महत्वपूर्ण है? इस प्रक्रिया में सटीकता बनाए रखने के लिए क्या तंत्र कार्य करते हैं? डीएनए प्रतिकृति के जैविक अनुप्रयोगों (जैसे क्लोनिंग, पीसीआर) के बारे में चर्चा**

**करें। प्रोकेरियोट्स और यूकेरियोट्स की डीएनए प्रतिकृति प्रक्रियाओं में मुख्य समानताओं और भिन्नताओं की व्याख्या करें।**

**उत्तर:-** डीऑक्सीराइबोन्यूक्लिक एसिड (डीएनए) जीवन की आधारशिला है, जिसमें जीव के विकास, वृद्धि और कार्य के लिए सभी आवश्यक जानकारी संग्रहीत होती है। डीएनए प्रतिकृति की सटीकता महत्वपूर्ण है क्योंकि यह सुनिश्चित करती है कि जीनोम की जानकारी अगली पीढ़ियों में बिना किसी त्रुटि के स्थानांतरित हो। यदि डीएनए प्रतिकृति में त्रुटियां होती हैं, तो उत्परिवर्तन (म्यूटेशन) हो सकते हैं, जो अक्सर प्रोटीन की संरचना और कार्य को प्रभावित कर सकते हैं। कुछ उत्परिवर्तन लाभकारी हो सकते हैं, लेकिन अधिकांश हानिकारक होते हैं और बीमारियों जैसे कैंसर का कारण बन सकते हैं।

डीएनए प्रतिकृति में सटीकता बनाए रखना इसलिए आवश्यक है क्योंकि:

1. **अनुवांशिक स्थिरता:** प्रत्येक नई कोशिका को सही जीनोम प्राप्त करना चाहिए ताकि वह सामान्य रूप से कार्य कर सके। यदि डीएनए गलत तरीके से प्रतिलिपि किया गया तो यह कोशिकीय कार्य को बाधित कर सकता है।
2. **बचाव तंत्र:** डीएनए की मरम्मत और चेकपॉइंट तंत्र सटीकता बनाए रखने के लिए सक्रिय होते हैं। फिर भी, अगर ये तंत्र विफल होते हैं, तो विकृति का खतरा बढ़ जाता है।
3. **बीमारियों की रोकथाम:** कई आनुवंशिक विकार डीएनए में छोटी-छोटी त्रुटियों के कारण उत्पन्न होते हैं। सटीकता बनाए रखने से इन विकारों को रोका जा सकता है।

**सटीकता बनाए रखने के तंत्र**

डीएनए प्रतिकृति की प्रक्रिया में कई तंत्र हैं जो इसकी सटीकता सुनिश्चित करते हैं। इनमें शामिल हैं:

1. **डीएनए पॉलिमरेज़ की सटीकता:** डीएनए पॉलिमरेज़ वह एंजाइम है जो न्यूक्लियोटाइड्स को जोड़ता है। इसमें त्रुटि-सुधार (प्रूफरीडिंग) की क्षमता होती है, जो गलत न्यूक्लियोटाइड्स को हटाने और सही न्यूक्लियोटाइड्स जोड़ने में सक्षम है।
2. **मिसमैच रिपेयर तंत्र:** यह तंत्र उन गलतियों को ठीक करता है जो डीएनए पॉलिमरेज़ द्वारा छूट जाती हैं। यह प्रक्रिया न्यूक्लियोटाइड्स के सही मिलान को सुनिश्चित करती है।
3. **सहायक प्रोटीन:** हेलिकेज़, स्लाइडिंग क्लैम्प और सिंगल-स्ट्रैंडेड डीएनए बाइंडिंग प्रोटीन जैसे सहायक प्रोटीन सटीकता बनाए रखने में सहायता करते हैं।

4. **डबल-स्ट्रैंड ब्रेक रिपेयर:** यदि डीएनए डबल-स्ट्रैंड ब्रेक का सामना करता है, तो होमोलॉजस रिकॉम्बिनेशन और नॉन-होमोलॉजस एंड जॉइनिंग जैसे तंत्र इसे ठीक करते हैं।
5. **एटीपी-निर्भर मरम्मत प्रक्रियाएं:** एनएरजेटिक प्रक्रियाओं का उपयोग करके डीएनए में त्रुटियों को हटाया जाता है और सही न्यूक्लियोटाइड्स डाले जाते हैं।

**डीएनए प्रतिकृति के जैविक अनुप्रयोग**

डीएनए प्रतिकृति की प्रक्रिया कई आधुनिक जैव प्रौद्योगिकी अनुप्रयोगों का आधार है। इनमें शामिल हैं:

1. **क्लोनिंग:**
   - **परिभाषा:** क्लोनिंग एक प्रक्रिया है जिसमें डीएनए का एक टुकड़ा अलग करके उसे प्लास्मिड या अन्य वेक्टर में डाला जाता है।
   - **महत्व:** क्लोनिंग का उपयोग दवाओं के उत्पादन, जैसे इंसुलिन और अन्य प्रोटीन बनाने, और आनुवंशिक अध्ययन में किया जाता है।
   - **डीएनए प्रतिकृति का उपयोग:** क्लोनिंग में, डीएनए को बैक्टीरिया या अन्य होस्ट में प्रतिकृत किया जाता है, जो अनगिनत प्रतियां बनाता है।
2. **पॉलिमरेज़ चेन रिएक्शन (पीसीआर):**
   - **परिभाषा:** पीसीआर एक इन विट्रो तकनीक है जो डीएनए की विशिष्ट अनुक्रमों को तीव्रता से बढ़ाती है।
   - **महत्व:** यह तकनीक फॉरेंसिक विज्ञान, आनुवंशिक परीक्षण, और रोग निदान में व्यापक रूप से उपयोग की जाती है।
   - **डीएनए प्रतिकृति का उपयोग:** पीसीआर ताऊ पॉलिमरेज़ का उपयोग करके डीएनए अनुक्रमों को प्रतिकृत करता है।
3. **जेनेटिक इंजीनियरिंग:**
   - **परिभाषा:** यह तकनीक आनुवंशिक सामग्री को संशोधित करके नई विशेषताओं को जोड़ती है।
   - **महत्व:** कृषि में जीन मॉडिफाइड फसलों, और चिकित्सा में जीन थेरेपी के विकास में उपयोग।
   - **डीएनए प्रतिकृति का उपयोग:** जीन को वेक्टर में डालकर कोशिकाओं के अंदर प्रतिकृत किया जाता है।

Teach To India
विद्या परमं बलम्

4. **सेक्वेंसिंग:**
    - **परिभाषा:** यह डीएनए के न्यूक्लियोटाइड अनुक्रम का निर्धारण करता है।
    - **महत्व:** जीनोम प्रोजेक्ट्स, रोग निदान और दवा विकास में उपयोगी।
    - **डीएनए प्रतिकृति का उपयोग:** प्रतिकृति प्रक्रिया के बिना सेक्वेंसिंग असंभव है।

**प्रोकेरियोट्स और यूकेरियोट्स की डीएनए प्रतिकृति में मुख्य समानताएं और भिन्नताएं**

**समानताएं:**

- **आधारभूत प्रक्रिया:** दोनों में ही डीएनए प्रतिकृति अर्ध-संरक्षित (सेमी-कंज़र्वेटिव) होती है, यानी प्रत्येक नई डबल हेलिक्स में एक पुराना और एक नया स्ट्रैंड होता है।
- **एंजाइमों की भूमिका:** डीएनए पॉलिमरेज़, हेलिकेज़ और लिगेज़ दोनों में ही उपयोग होते हैं।
- **रीप्लीकेशन फोर्क:** डीएनए की दोहरी हेलिक्स को खोलने के लिए रीप्लीकेशन फोर्क का निर्माण दोनों में होता है।
- **ओरिजिन ऑफ़ रिप्लिकेशन:** डीएनए प्रतिकृति एक विशेष अनुक्रम से शुरू होती है।

**भिन्नताएं:**

| गुण | प्रोकेरियोट्स | यूकेरियोट्स |
|---|---|---|
| **जीनोम का आकार** | छोटा और वृत्ताकार | बड़ा और रैखिक |
| **ओरिजिन ऑफ़ रिप्लिकेशन** | एकल | कई |
| **प्रतिलिपि गति** | तेज | धीमी |
| **एंजाइम की जटिलता** | सरल | अधिक जटिल |
| **टेलोमेयर की समस्या** | नहीं | होती है (टेलोमेरेज़ द्वारा समाधान) |
| **प्रोटीन की भूमिका** | कम सहायक प्रोटीन | अधिक सहायक प्रोटीन |

प्रोकेरियोट्स में डीएनए प्रतिकृति अधिक कुशल और तेज होती है, जबकि यूकेरियोट्स में यह प्रक्रिया धीमी लेकिन अधिक नियंत्रित होती है। टेलोमेयर की समस्या, जो रैखिक डीएनए के छोरों को छोटा करती है, केवल यूकेरियोट्स में होती है और इसे टेलोमेरेज़ द्वारा हल किया जाता है।

**निष्कर्ष**

डीएनए प्रतिकृति की सटीकता जीवन की निरंतरता और स्थिरता के लिए अनिवार्य है। इस प्रक्रिया में त्रुटि-सुधार तंत्र, प्रोटीन, और एंजाइम महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। जैव प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में डीएनए प्रतिकृति ने कई अनुप्रयोगों को संभव बनाया है, जैसे कि क्लोनिंग, पीसीआर, और सेक्वेंसिंग। प्रोकेरियोट्स और यूकेरियोट्स की डीएनए प्रतिकृति प्रक्रियाओं में समानताएं और अंतर उनके विकास और कार्यप्रणाली को दर्शाते हैं।

डीएनए प्रतिकृति की समझ ने न केवल चिकित्सा और कृषि में सुधार किया है, बल्कि यह आधुनिक विज्ञान और तकनीक के कई क्षेत्रों का आधार भी बनी है।

Teach To India
विद्या परमं बलम्

## लघु उत्तरीय प्रश्नोत्तर

**प्रश्न 1:- आनुवंशिक सामग्री (Genetic Material) का पहला ऐतिहासिक खोज किसने और कैसे की थी?**

**उत्तर:-** आनुवंशिक सामग्री (Genetic Material) की पहली ऐतिहासिक खोज फ्रेडरिक ग्रिफिथ (Frederick Griffith) ने 1928 में की थी। उन्होंने अपने प्रयोगों में स्ट्रेप्टोकोकस न्यूमोनिया (Streptococcus pneumoniae) बैक्टीरिया का उपयोग किया। इस प्रयोग को ग्रिफिथ परिवर्तन प्रयोग (Griffith Transformation Experiment) कहा जाता है।

ग्रिफिथ ने दो प्रकार के बैक्टीरिया का उपयोग किया: एक रोगजनक (pathogenic) स्मूथ (S) स्ट्रेन, जिसमें एक कैप्सूल होता है और जो संक्रमण करता है, और दूसरा गैर-रोगजनक (non-pathogenic) रफ (R) स्ट्रेन, जिसमें कैप्सूल नहीं होता है। उन्होंने देखा कि जब जीवित R स्ट्रेन को मरे हुए S स्ट्रेन के साथ मिलाया गया, तो R स्ट्रेन रोगजनक बन गया। उन्होंने इसे "रूपांतरण (Transformation)" का नाम दिया।

ग्रिफिथ का प्रयोग यह बताने में सफल रहा कि मरे हुए S बैक्टीरिया ने अपनी "कोई सामग्री" जीवित R बैक्टीरिया को स्थानांतरित की, जिससे R रोगजनक बन गया। यह सामग्री आनुवंशिक थी, लेकिन उस समय यह स्पष्ट नहीं था कि यह डीएनए (DNA) है या प्रोटीन (Protein)।

बाद में 1944 में, एवरी, मैकलियोड और मैकार्टी (Avery, MacLeod, McCarty) ने इसे स्पष्ट किया कि यह आनुवंशिक सामग्री डीएनए है। हालांकि, ग्रिफिथ की खोज ने आनुवंशिक अनुसंधान की नींव रखी और आनुवंशिक सामग्री के महत्व को सिद्ध किया।

## प्रश्न 2:- ग्रिफिथ और एवरी के परिवर्तन (Transformation) प्रयोगों से आनुवंशिकी के क्षेत्र में क्या निष्कर्ष निकले?

**उत्तर:-** ग्रिफिथ और एवरी के परिवर्तन (Transformation) प्रयोग आनुवंशिकी के क्षेत्र में मील का पत्थर साबित हुए। 1928 में फ्रेडरिक ग्रिफिथ ने अपने प्रयोगों में स्ट्रेप्टोकोकस न्यूमोनिया बैक्टीरिया की दो उपजातियों का उपयोग किया—रफ (R) उपजाति, जो गैर-विषैली थी, और स्मूथ (S) उपजाति, जो विषैली थी। उन्होंने यह पाया कि जब मरी हुई S उपजाति को जीवित R उपजाति के साथ मिलाया गया, तो R उपजाति ने S उपजाति के गुण प्राप्त कर लिए और विषैली हो गई। इसे उन्होंने "ट्रांसफॉर्मेशन" नाम दिया।

इसके बाद, 1944 में ओस्वाल्ड एवरी और उनके सहयोगियों—मैकलियोड और मैक्कार्टी—ने ग्रिफिथ के इस निष्कर्ष को और गहराई से समझने का प्रयास किया। उन्होंने विभिन्न जैविक अणुओं (प्रोटीन, डीएनए, आरएनए आदि) को हटाकर यह सिद्ध किया कि परिवर्तनकारी तत्व डीएनए है। उनके प्रयोगों ने यह स्थापित किया कि डीएनए वह प्रमुख अणु है जो आनुवंशिक जानकारी को संग्रहीत और स्थानांतरित करता है।

इन प्रयोगों ने यह सिद्ध किया कि डीएनए न केवल आनुवंशिक सामग्री है बल्कि इसका जीवों के लक्षणों और विकास में भी केंद्रीय भूमिका है। इस खोज ने आनुवंशिकी और जैव प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में शोध के लिए नई दिशाएँ खोलीं।

## प्रश्न 3:- हर्शे-चेज़ बैक्टीरियोफेज़ प्रयोग में डीएनए को आनुवंशिक सामग्री के रूप में प्रमाणित कैसे किया गया?

**उत्तर:-** हर्शे-चेज़ बैक्टीरियोफेज़ प्रयोग 1952 में अल्फ्रेड हर्शे और मार्था चेज़ द्वारा किया गया था, जिसने यह साबित किया कि डीएनए आनुवंशिक सामग्री है। इस प्रयोग में, उन्होंने बैक्टीरियोफेज़ (फेज़ T2) का उपयोग किया, जो बैक्टीरिया को संक्रमित करने वाला वायरस है। बैक्टीरियोफेज़ का दो प्रमुख घटक होते हैं: प्रोटीन कोट और डीएनए। हर्शे और चेज़ ने रेडियोधर्मी आइसोटोप का उपयोग करके यह निर्धारित किया कि कौन सा घटक आनुवंशिक जानकारी को वहन करता है।

उन्होंने दो सेट बैक्टीरियोफेज़ बनाए: एक में डीएनए को रेडियोधर्मी फॉस्फोरस-32 (P-32) से चिह्नित किया और दूसरे में प्रोटीन को रेडियोधर्मी सल्फर-35 (S-35) से चिह्नित किया। बैक्टीरियोफेज़ ने बैक्टीरिया (E. coli) को संक्रमित किया। संक्रमण के बाद, उन्होंने ब्लेंडर तकनीक का उपयोग करके बैक्टीरिया और फेज़ को अलग किया और फिर सेंट्रीफ्यूज करके बैक्टीरिया को तलछट में एकत्र किया।

उन्होंने पाया कि P-32 (डीएनए) रेडियोधर्मी सामग्री मुख्यतः बैक्टीरिया में पाई गई, जबकि S-35 (प्रोटीन) बाहरी तरल में था। यह निष्कर्ष निकाला गया कि डीएनए वह सामग्री है जो बैक्टीरिया के अंदर प्रवेश कर आनुवंशिक जानकारी प्रदान करती है।

इस प्रयोग ने यह निर्णायक प्रमाण दिया कि डीएनए, न कि प्रोटीन, आनुवंशिक सामग्री है, और इसने जीव विज्ञान में महत्वपूर्ण खोज को स्थापित किया।

Teach For India
विद्या परमं बलम्

## प्रश्न 4:- डीएनए के विभिन्न प्रकार और उनकी संरचनात्मक विशेषताएं क्या हैं?

**उत्तर:-** डीएनए (डीऑक्सीराइबोन्यूक्लिक एसिड) एक जटिल बायोमॉलेक्यूल है जो जीवों में अनुवांशिक जानकारी को संग्रहीत करता है। डीएनए के मुख्य प्रकार और उनकी संरचनात्मक विशेषताएं निम्नलिखित हैं:

1. **बी-फॉर्म डीएनए:** यह डीएनए का सबसे सामान्य प्रकार है और जैविक स्थितियों में पाया जाता है। इसकी डबल हेलिक्स संरचना दाईं ओर घूमती है। प्रत्येक टर्न में लगभग 10.5 बेस पेयर होते हैं। यह संरचना बहुत स्थिर है और प्रोटीन-डीएनए इंटरैक्शन के लिए उपयुक्त है।
2. **ए-फॉर्म डीएनए:** यह संरचना कम आर्द्रता के वातावरण में बनती है। यह बी-फॉर्म की तुलना में अधिक कॉम्पैक्ट और दाईं ओर घूमती है। इसकी प्रत्येक टर्न में लगभग 11 बेस पेयर होते हैं।

ए-फॉर्म डीएनए आमतौर पर आरएनए-डीएनए हाइब्रिड और डबल-स्ट्रैंडेड आरएनए में पाया जाता है।

3. **ज़ेड-फॉर्म डीएनए:** यह संरचना बाईं ओर घूमती है और डीएनए के विशिष्ट हिस्सों में बनती है जहां जीसी बेस पेयर की उच्च मात्रा होती है। यह लंबा और पतला होता है। यह जीन अभिव्यक्ति और डीएनए की मरम्मत में संभावित भूमिका निभाता है।

डीएनए की संरचनात्मक विविधताएं इसकी जैविक कार्यक्षमता को प्रभावित करती हैं। विभिन्न प्रकार की संरचनाएं डीएनए के स्थायित्व और प्रोटीन बाइंडिंग क्षमता को नियंत्रित करती हैं, जो कोशिका के सामान्य कार्य के लिए आवश्यक है।

## प्रश्न 5:- प्रोकैरियोट्स और यूकैरियोट्स में डीएनए प्रतिकृति (Replication) का क्या अंतर है?

**उत्तर:-** डीएनए प्रतिकृति सभी जीवों में एक महत्वपूर्ण जैविक प्रक्रिया है, लेकिन प्रोकैरियोट्स और यूकैरियोट्स में यह प्रक्रिया विभिन्न संरचनात्मक और कार्यात्मक मतभेदों के कारण भिन्न होती है।

**1. उत्पत्ति बिंदु (Origin of Replication):**

प्रोकैरियोट्स में केवल एक उत्पत्ति बिंदु होता है, जबकि यूकैरियोट्स में कई उत्पत्ति बिंदु होते हैं। यह यूकैरियोट्स के बड़े और जटिल जीनोम को तेज़ी से प्रतिलिपि करने में मदद करता है।

**2. डीएनए का आकार:**

प्रोकैरियोट्स का डीएनए एकल और वृत्ताकार होता है, जबकि यूकैरियोट्स का डीएनए रैखिक (Linear) और कई गुणसूत्रों में विभाजित होता है।

**3. प्रतिकृति गति (Replication Speed):**

प्रोकैरियोट्स में प्रतिकृति यूकैरियोट्स की तुलना में तेज़ी से होती है क्योंकि उनका डीएनए छोटा और सरल होता है।

**4. एंजाइम और प्रोटीन का प्रकार:**

यूकैरियोट्स में डीएनए पॉलिमरेज के कई प्रकार होते हैं, जबकि प्रोकैरियोट्स में सीमित प्रकार के डीएनए पॉलिमरेज होते हैं।

**5. प्रतिकृति का स्थान:**

प्रोकैरियोट्स में डीएनए प्रतिकृति साइटोप्लाज्म में होती है, जबकि यूकैरियोट्स में यह प्रक्रिया न्यूक्लियस के भीतर होती है।

**6. टेलोमेयर:**

यूकैरियोट्स के डीएनए में टेलोमेयर होते हैं, जो रैखिक डीएनए के अंत की सुरक्षा करते हैं। प्रोकैरियोट्स में टेलोमेयर की अनुपस्थिति होती है।

**7. समय और जटिलता:**

यूकैरियोट्स में प्रतिकृति अधिक जटिल होती है और इसे पूरा करने में अधिक समय लगता है।

इन बिंदुओं के आधार पर यह स्पष्ट है कि प्रोकैरियोट्स और यूकैरियोट्स की डीएनए प्रतिकृति उनकी संरचना और कार्यात्मक आवश्यकताओं के अनुसार अनुकूलित होती है।

Tech To India
विद्या परमं बलम्

## प्रश्न 6:- डीएनए प्रतिकृति के दौरान RNA प्राइमिंग की क्या भूमिका होती है?

**उत्तर:-** डीएनए प्रतिकृति के दौरान RNA प्राइमिंग की महत्वपूर्ण भूमिका होती है। डीएनए प्रतिकृति एक जटिल प्रक्रिया है, जिसमें डीएनए का डबल हेलिक्स मूल रूप से दो अलग-अलग स्ट्रैंड्स में विभाजित होता है। इस प्रक्रिया में डीएनए पोलीमरेज़ एंजाइम नई डीएनए श्रृंखला को जोड़ने के लिए जिम्मेदार होता है। हालांकि, डीएनए पोलीमरेज़ एक नई श्रृंखला को जोड़ने के लिए केवल पहले से मौजूद न्यूक्लियोटाइड के 3' हाइड्रॉक्सिल समूह पर कार्य कर सकता है।

यहीं पर RNA प्राइमर की भूमिका आती है। RNA प्राइमर एक छोटी न्यूक्लिक एसिड श्रृंखला होती है जो आरएनए न्यूक्लियोटाइड्स से बनी होती है। इसे प्राइमेज़ एंजाइम द्वारा डीएनए के टेम्पलेट स्ट्रैंड पर संश्लेषित किया जाता है। RNA प्राइमर DNA पोलीमरेज़ के लिए आवश्यक प्रारंभिक बिंदु (start point) प्रदान करता है, ताकि वह डीऑक्सीराइबोन्यूक्लियोटाइड्स को जोड़कर नई डीएनए श्रृंखला का निर्माण कर सके।

RNA प्राइमिंग विशेष रूप से लेगिंग स्ट्रैंड पर महत्वपूर्ण होती है, जहां डिसकंटीन्यूस (discontinuous) तरीके से डीएनए प्रतिकृति होती है। हर ओकाजाकी फ्रैगमेंट की शुरुआत के लिए एक नया RNA प्राइमर आवश्यक होता है।

अंत में, RNA प्राइमर्स को डीएनए लिगेज़ और अन्य एंजाइम्स द्वारा हटाकर डीएनए न्यूक्लियोटाइड्स से बदल दिया जाता है, जिससे नई डीएनए श्रृंखला पूरी होती है। इस प्रकार RNA प्राइमिंग डीएनए प्रतिकृति में सटीकता और निरंतरता सुनिश्चित करती है।

## प्रश्न 7:- थीटा (ϕ) मोड प्रतिकृति क्या है और यह कहाँ पाई जाती है?

**उत्तर:-** थीटा (ϕ) मोड प्रतिकृति डीएनए प्रतिकृति का एक प्रकार है, जो विशेष रूप से बैक्टीरिया और उनके प्लाज्मिड जैसे छोटे गोलाकार डीएनए अणुओं में पाई जाती है। इसे "थीटा मोड" इसलिए कहा जाता है क्योंकि इस प्रक्रिया के दौरान डीएनए अणु की संरचना एक "थीटा" (ϕ) के समान दिखाई देती है।

इस प्रक्रिया की शुरुआत डीएनए के ओरिजिन ऑफ रिप्लिकेशन (replication origin) से होती है, जहां डबल-स्ट्रैंडेड डीएनए दो सिंगल-स्ट्रैंड में अलग हो जाता है। डीएनए हेलिकेज़ एंजाइम इस अलगाव की सुविधा प्रदान करता है। इसके बाद, डीएनए पोलिमरेज़ एंजाइम नए स्ट्रैंड को सिंथेसाइज़ करता है, जो मूल स्ट्रैंड के पूरक होते हैं।

इस मोड में दो प्रतिकृति फोर्क (replication fork) एक ही समय में ओरिजिन से विपरीत दिशाओं में बढ़ते हैं, जिससे डीएनए की डुप्लीकेशन तेजी से होती है। जब प्रक्रिया समाप्त होती है, तो दो पूर्णतः प्रतिलिपित डीएनए अणु बनते हैं।

थीटा मोड प्रतिकृति मुख्य रूप से ई. कोलाई जैसे प्रोकैरियोट्स में देखी जाती है और इसे तेज और कुशल डीएनए प्रतिकृति का एक महत्वपूर्ण तरीका माना जाता है। इसकी सटीकता और सरलता इसे बैक्टीरिया के जीवन चक्र के लिए अनिवार्य बनाती है।

## प्रश्न 8:- लिनियर क्रोमोसोम के 5' छोर की प्रतिकृति में आने वाली समस्याओं को कैसे हल किया जाता है?

**उत्तर:-** लिनियर क्रोमोसोम के 5' छोर की प्रतिकृति (Replication) में समस्या मुख्यतः टेलोमेरेज़ की कमी और डीएनए पॉलिमरेज़ की सीमाओं के कारण होती है। डीएनए पॉलिमरेज़, नए डीएनए स्ट्रैंड को जोड़ने के लिए एक प्राइमर की आवश्यकता होती है, और यह केवल 5' से 3' दिशा में कार्य कर सकता है। जब रिप्लिकेशन प्रक्रिया के अंत में पहुंचते हैं, तो प्राइमर हटाने के बाद, 5' छोर पर डीएनए की भरपाई नहीं हो पाती, जिससे वह हिस्सा छोटा हो जाता है। यदि यह प्रक्रिया बार-बार होती रहे, तो क्रोमोसोम की लंबाई धीरे-धीरे कम होती जाती है, जिससे जीनोमिक अस्थिरता और सेलुलर उम्र बढ़ने की संभावना होती है।

इस समस्या का समाधान टेलोमेरेज़ एंजाइम द्वारा किया जाता है। टेलोमेरेज़ विशेष राइबोन्यूक्लियोप्रोटीन एंजाइम है, जो टेलोमेरिक डीएनए के पुनर्निर्माण में मदद करता है। यह टेलोमेरेज़ रिवर्स ट्रांसक्रिपटेज़ (TERT) और एक RNA टेम्पलेट का उपयोग करके क्रोमोसोम के छोर पर टेलोमेर सीक्वेंस जोड़ता है। यह प्रक्रिया टेलोमरेज़ के सक्रिय होने वाले कोशिकाओं, जैसे जर्म कोशिकाओं, स्टेम कोशिकाओं, और कैंसर कोशिकाओं में देखी जाती है।

इसके अलावा, कुछ प्रोटीन टेलोमेर को सुरक्षा प्रदान करते हैं और उसे स्थिर रखते हैं। इन्हें "शेल्टरिन प्रोटीन" कहा जाता है। ये प्रोटीन टेलोमरेज़ को सही स्थान पर लाकर कार्य को अधिक कुशल बनाते हैं। इस प्रकार, टेलोमेरेज़ और शेल्टरिन प्रोटीन मिलकर 5' छोर की प्रतिकृति समस्या को हल करते हैं और क्रोमोसोम की स्थिरता बनाए रखते हैं।

Reach To India
विद्या परमं बलम्

## अति लघु उत्तरीय प्रश्नोत्तर

### प्रश्न 1:- आनुवंशिक पदार्थ (Genetic Material) की खोज में Miescher का क्या योगदान है?

**उत्तर:-** Miescher ने 1869 में न्यूक्लियस से "न्यूक्लीन" की खोज की, जिसे बाद में डीएनए के रूप में पहचाना गया। उन्होंने यह दिखाया कि यह पदार्थ फॉस्फोरस और नाइट्रोजन से भरपूर है, जो आनुवंशिक पदार्थ के अध्ययन की नींव बनी।

### प्रश्न 2:- Watson और Crick ने डीएनए की संरचना का कौन-सा मॉडल प्रस्तुत किया?

**उत्तर:-** Watson और Crick ने 1953 में डीएनए की डबल हेलिक्स संरचना का मॉडल प्रस्तुत किया। इस मॉडल में डीएनए दो समानांतर स्ट्रैंड्स से बना है, जो हाइड्रोजन बांड के माध्यम से आपस में जुड़े रहते हैं और एंटीपैरलल होते हैं।

### प्रश्न 3:- Griffith के ट्रांसफॉर्मेशन प्रयोग से क्या सिद्ध हुआ?

**उत्तर:-** Griffith के 1928 के प्रयोग से सिद्ध हुआ कि जीवाणुओं में आनुवंशिक जानकारी को स्थानांतरित किया जा सकता है। उन्होंने इसे "ट्रांसफॉर्मिंग प्रिंसिपल" नाम दिया, जो बाद में डीएनए के रूप में पहचाना गया।

### प्रश्न 4:- Hershey-Chase के बैक्टीरियोफेज प्रयोग ने क्या प्रमाणित किया?

**उत्तर:-** Hershey और Chase ने 1952 में यह प्रमाणित किया कि डीएनए ही आनुवंशिक पदार्थ है। उन्होंने रेडियोधर्मी तत्वों का उपयोग करके दिखाया कि बैक्टीरियोफेज डीएनए, प्रोटीन नहीं, जीवाणुओं में प्रवेश करता है और संक्रमण का कारण बनता है।

### प्रश्न 5:- डीएनए की संरचना में डबल हेलिक्स मॉडल का क्या अर्थ है?

**उत्तर:-** डबल हेलिक्स मॉडल बताता है कि डीएनए दो पॉलीन्यूक्लियोटाइड चेन से बना है, जो एक सर्पिल संरचना में घूमते हैं। बेस-पेयरिंग (A-T और G-C) के माध्यम से वे स्थिर रहते हैं, और यह संरचना आनुवंशिक जानकारी को सटीक रूप से संग्रहीत और स्थानांतरित करने में सक्षम बनाती है।

### प्रश्न 6:- डीएनए के प्रकारों के नाम बताइए और उनका एक संक्षिप्त वर्णन कीजिए।

**उत्तर:-** डीएनए के तीन मुख्य प्रकार हैं:

1. **A-DNA:** कॉम्पैक्ट और राइट-हैंडेड हेलिक्स।
2. **B-DNA:** सामान्य जैविक रूप, डबल हेलिक्स।
3. **Z-DNA:** लेफ्ट-हैंडेड हेलिक्स, विशेष परिस्थितियों में पाया जाता है।

### प्रश्न 7:- प्रोकैरियोट्स और यूकैरियोट्स में डीएनए प्रतिकृति की प्रक्रिया कैसे भिन्न है?

**उत्तर:-** प्रोकैरियोट्स में प्रतिकृति सिंगल ओरिजिन से होती है और तेजी से पूरी होती है। यूकैरियोट्स में यह मल्टीपल ओरिजिन से शुरू होती है और अधिक जटिल होती है। प्रोकैरियोट्स में डीएनए गोलाकार होता है, जबकि यूकैरियोट्स में रेखीय।

### प्रश्न 8:- डीएनए प्रतिकृति में सेमी-कंज़रवेटिव प्रक्रिया का क्या मतलब है?

**उत्तर:-** सेमी-कंज़रवेटिव प्रक्रिया में प्रत्येक नई डीएनए डबल हेलिक्स में एक पुराना और एक नया स्ट्रैंड होता है। यह विधि डीएनए की सटीक प्रतिकृति सुनिश्चित करती है।

### प्रश्न 9:- RNA प्राइमिंग का डीएनए प्रतिकृति में क्या महत्व है?

**उत्तर:-** RNA प्राइमिंग, डीएनए पॉलिमरेज़ को एक आरंभिक पॉइंट प्रदान करता है। RNA प्राइमर न्यूक्लियोटाइड जोड़ने के लिए 3' हाइड्रॉक्सिल ग्रुप उपलब्ध कराता है, जिससे डीएनए प्रतिकृति शुरू होती है।

### प्रश्न 10:- थीटा मोड (ø mode) से डीएनए प्रतिकृति किस प्रकार होती है?

**उत्तर:-** थीटा मोड में गोलाकार डीएनए में प्रतिकृति बबल और दो फोर्क्स बनते हैं। यह प्रक्रिया प्रोकैरियोट्स में होती है, जहाँ दो दिशाओं में प्रतिकृति शुरू होकर डीएनए के दो समान प्रतियां बनती हैं।

### प्रश्न 11:- 5' छोर की समस्या (5' end problem) को हल करने के लिए कौन-से एंजाइम जिम्मेदार हैं?

**उत्तर:-** टेलोमेरेज़ एंजाइम 5' छोर की समस्या को हल करता है। यह टेलोमियर के छोटे होने से बचाता है और डीएनए के सिरों को स्थिरता प्रदान करता है।

### प्रश्न 12:- डबल-स्ट्रैंडेड डीएनए (dsDNA) और रेखीय डीएनए (linear DNA) की प्रतिकृति में क्या अंतर है?

**उत्तर:-** डबल-स्ट्रैंडेड डीएनए में गोलाकार संरचना के कारण एक ही ओरिजिन होती है, जबकि रेखीय डीएनए में मल्टीपल ओरिजिन होती हैं। रेखीय डीएनए में टेलोमेरेज़ की आवश्यकता होती है, जबकि डबल-स्ट्रैंडेड डीएनए में नहीं।