

chapter 5

वंशागति का आणविक आधार

आनुवांशिक पदार्थ की खोज

1900वीं शताब्दी तक विवाद: प्रोटीन या आनुवांशिक पदार्थ? } 20वीं शताब्दी में फ्रेडरिक मिशर (Frederic Miescher) ने "न्युक्लीन" (Nuclein) की खोज की।

फ्रेडरिक ग्रिफिथ का प्रयोग

$\left[\begin{array}{c} \text{मृत जीवाणु} \\ \text{(न्यूमोकोकाई - गर्म किया गया)} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} \text{सजीव अरोगजनक} \\ \text{जीवाणु} \end{array} \right] \rightarrow \boxed{\text{(चूहे में प्रवेश)}} \rightarrow \boxed{\text{चूहे को न्यूमोनिया हुआ और वह मृत हो गया!}}$

निर्जीव जीवाणु का DNA सजीव अरोगजनक जीवाणु के लक्षणों में परिवर्तन करके उसे रोगजनक में बदल देता है।

ओस्टवाल्ड एवरी का प्रयोग

ग्रिफिथ के बाद, एवरी और उनके सहयोगियों ने सिद्ध किया कि अरोगजनक जीवाणु का आनुवांशिक रूपान्तरण रोगजनक जीवाणु का DNA ही बदलता है, प्रोटीन नहीं।

अर्थात् इस बात से यह स्पष्ट है कि DNA ही आनुवांशिक पदार्थ है।

अन्त में हर्षे व चेज (Hershey & Chase) ने सिद्ध किया कि DNA ही एक पीढ़ी के लक्षणों को दूसरे पीढ़ी में स्थानान्तरित करता है।

Note: अल्फ्रेड मिर्काई (Alfred Mirsky) ने सिद्ध किया कि जीव की समस्त दैहिक कोशिका में DNA समान होता है तथा युग्मक में DNA आधा रहता है।

D.N.A (डीऑक्सी राइबो न्यूक्लिक अम्ल)

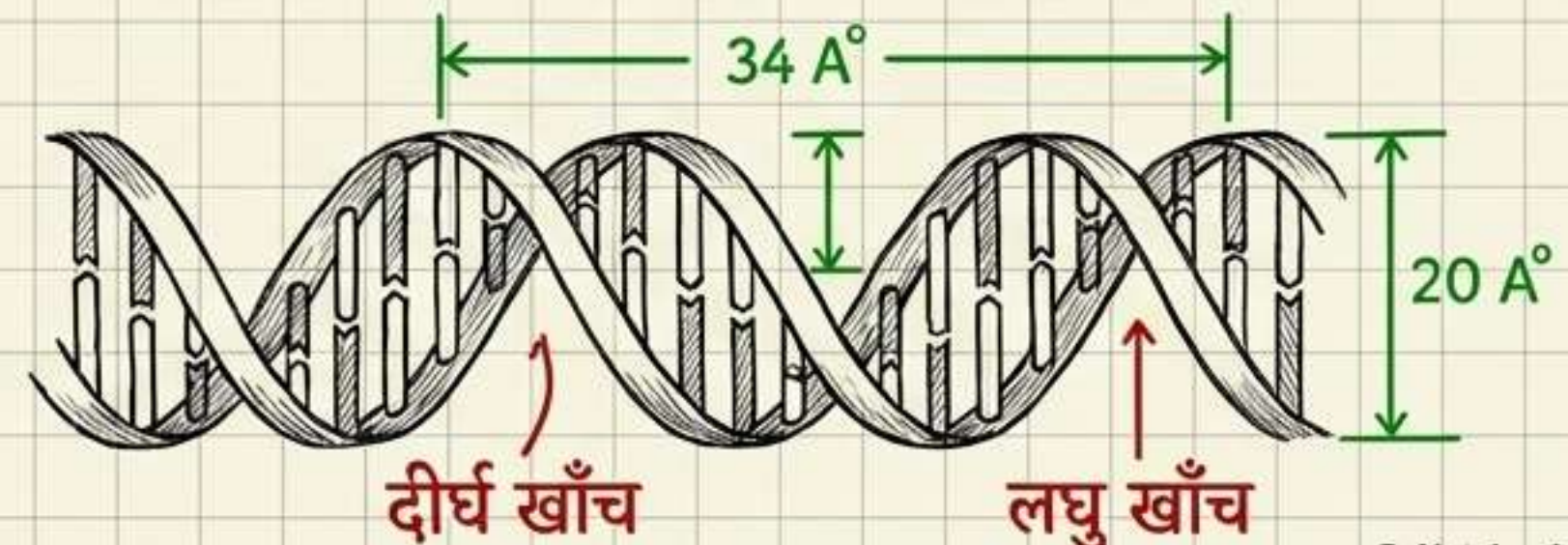
- D.N.A एक आनुवांशिक पदार्थ है जो एक पीढ़ी के लक्षणों को दूसरी पीढ़ी में स्थानान्तरित करता है।
- स्विट्जरलैण्ड के वैज्ञानिक फ्रेडरिक मिशर ने सन् 1869 में केन्द्रक में मिलने वाले अम्लीय पदार्थ की खोज की और इसे 'न्यूक्लीन' नाम दिया।
- पादप विषाणु के अतिरिक्त सभी सजीवों में स्थित महत्वपूर्ण जैव रासायनिक यौगिक है।
- इसे 'शरीर की आत्मा' भी कहा जाता है।

D.N.A का रासायनिक संघटन



D.N.A की संरचना (वाटसन एवं क्रिक मॉडल)

1. यह पाली न्यूक्लियोटाइड श्रृंखला की बनी द्विकुण्डलित, सर्पिलाकार या सीढ़ीनुमा संरचना है।
2. एक प्युरीन हमेशा एक पिरिमिडीन के सामने जुड़ा होता है।
3. A व T के बीच 2 हाइड्रोजन बन्ध (A=T), तथा G व C के बीच 3 हाइड्रोजन बन्ध (G≡C) होते हैं।
4. प्रत्येक समाक्षर की दूरी $3.4 \text{ \AA}$ होती है तथा प्रत्येक 10 समाक्षर के बाद एक ऐंठन (turn) होता है।
5. एक पूरे घुमाव की दूरी $34 \text{ \AA}$ और चौड़ाई $20 \text{ \AA}$ होती है। DNA में एक दीर्घ खाँच व लघु खाँच होती है।



D.N.A का पराकुण्डलन

D.N.A का हिस्टोन (Histone) प्रोटीन की सहायता से कुण्डलन होकर केन्द्रक में व्यवस्थित होना ही DNA की पैकेजिंग कहलाता है।

मानव कोशिका में DNA = 46

1 कोशिका के सभी DNA की लम्बाई ≈ 2 मीटर

मानव शरीर में कुल कोशिकाएं $\approx 10^{14}$

$\therefore$ DNA की कुल लम्बाई = 2×10^{14} मीटर!

इतने लम्बे DNA का सूक्ष्म कोशिका केन्द्रक में समाना आसान नहीं है, अतः यह विशेष हिस्टोन प्रोटीन की सहायता से कुण्डलित होता है।

D.N.A का द्विगुणन या प्रतिकृतियन



प्रत्येक कोशिका विभाजन से पहले, अपने D.N.A अणु का संतति कोशिकाओं में जाने के लिए दो हूबहू नये D.N.A में बदल जाता है। यह क्रिया स्वद्विगुणन (autocatalytic) क्षमता के कारण होती है।

D.N.A व R.N.A में अन्तर

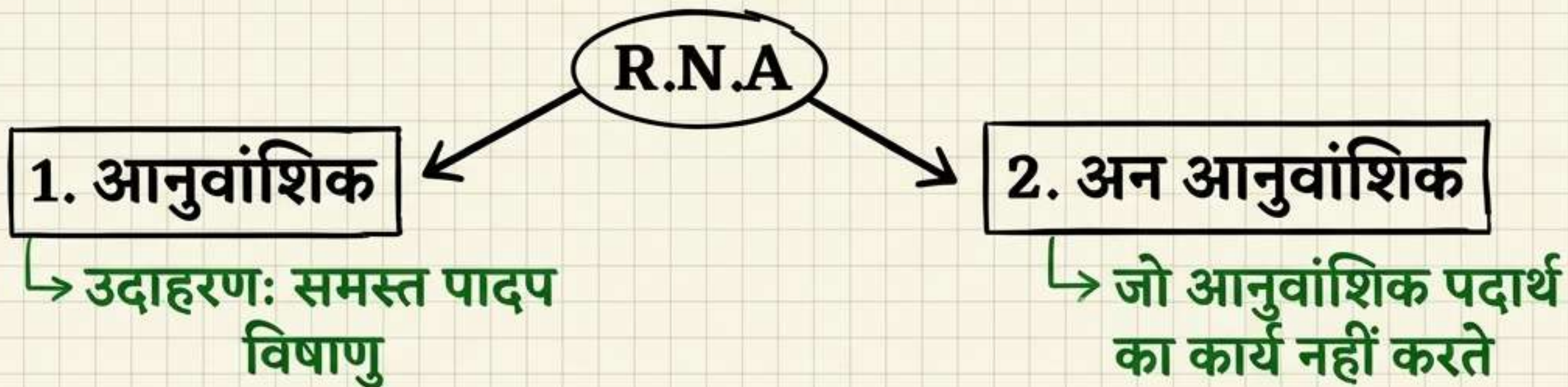
D.N.A	R.N.A
इसका पूरा नाम डीऑक्सी राइबो अम्ल है।	इसका पूरा नाम राइबो न्यूक्लिक अम्ल है।
इसमें A, G, T, C क्षारक पाये जाते हैं।	इसमें A, G, U, C क्षारक पाये जाते हैं।
यह केन्द्रक में पाया जाता है।	यह केन्द्रक में नहीं पाया जाता है।
यह आनुवांशिक पदार्थ का काम करता है।	यह प्रायः प्रोटीन संश्लेषण का कार्य करता है।

D.N.A के प्रकार

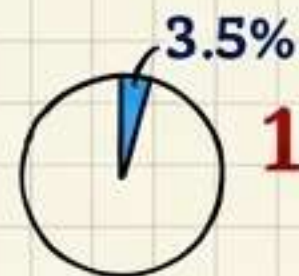
- A-DNA , B-DNA , C-DNA ,
- D-DNA , Z-DNA

R.N.A प्रायः कुछ विषाणुओं में आनुवांशिक पदार्थ के रूप में भी कार्य करता है।

R.N.A के प्रकार

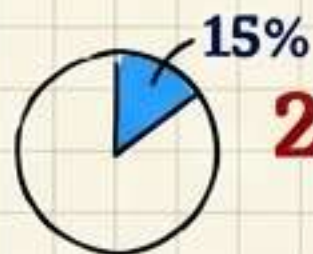


यूकैरियोट्स में तीन प्रकार का अन आनुवांशिक R.N.A पाया जाता है:-



1. सन्देशवाहक (m-RNA)

आनुवांशिक सूचनाओं को DNA से राइबोसोम तक पहुँचाता है। जैकब और मौनाड (Jacob & Monod) ने इसे मैसेंजर RNA नाम दिया।



2. ट्रांसफर (t-RNA)

लगभग 100 प्रकार के t-RNA पाये जाते हैं। यह अमीनो अम्लों को ढोकर राइबोसोम कॉम्प्लेक्स तक लाते हैं।

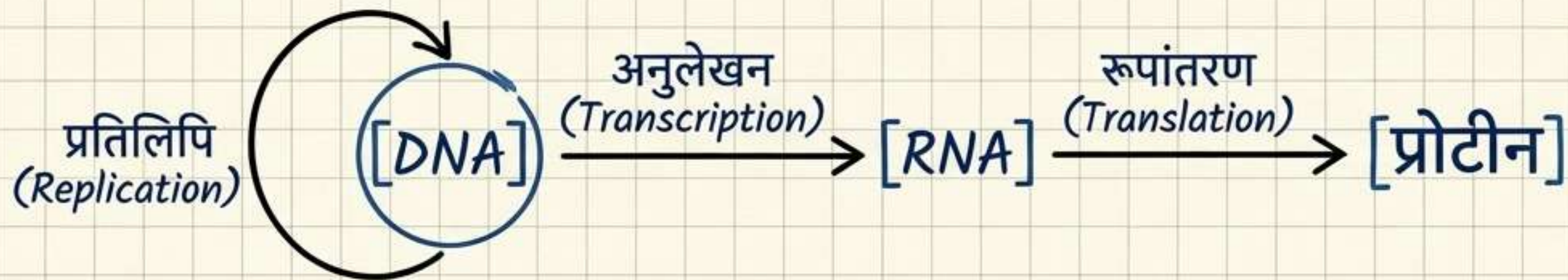


3. राइबोसोमल (r-RNA)

राइबोसोम के अन्दर पाये जाते हैं। इसे घुलनशील RNA भी कहते हैं। प्रमुख कार्य राइबोसोम का निर्माण करना है।

सेन्ट्रल डोग्मा

क्रिक (Crick) ने 1958 में प्रस्तावित किया कि आनुवांशिक सूचनाओं का प्रवाह DNA से RNA व प्रोटीन की ओर एक दिशा में होता है।



आनुवांशिक कूट (Genetic Code) - श्रेय नीरेनबर्ग (Nirenberg, 1961) को जाता है।

mRNA अणु में उपस्थित त्रिगुणी संकेत को कोडोन (Codon) या आनुवांशिक कूट कहते हैं (जैसे AAA, ATA, GCA, TAT)। यह विभिन्न प्रकार के अमीनो अम्लों का संचालन करती है और पेप्टाइड श्रृंखला में क्रम तय करती है।

विशेषताएँ

- यह त्रिक न्यूक्लियोटाइड का बना होता है।
- यह अतिव्यापित (non-overlapping) नहीं होता है।
- इसमें प्रारम्भ व समापन कोड होते हैं।
- यह क्रमबद्ध होता है।
- त्रिगुणी संकेत कामाविहीन (comma-less) होते हैं।

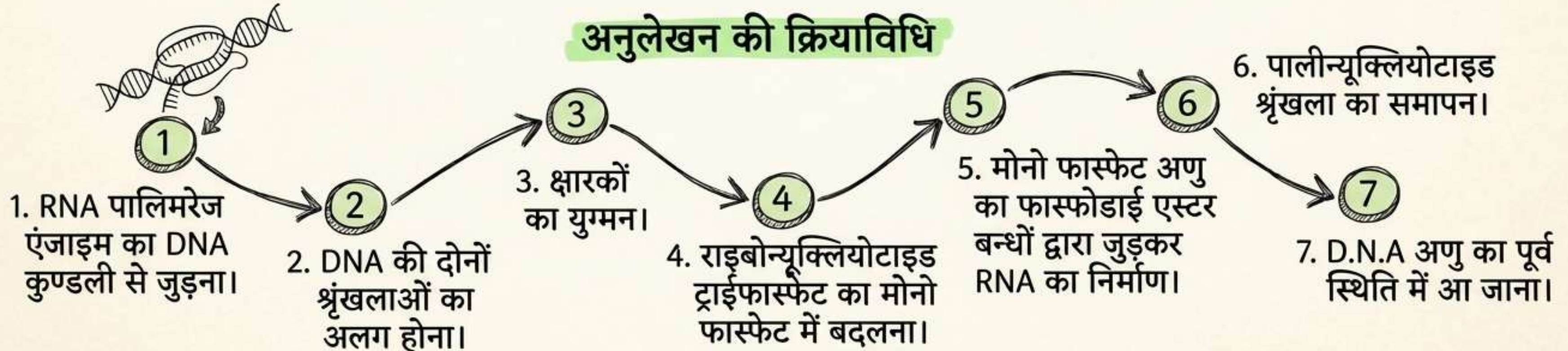
जीन अभिव्यक्ति का नियमन

DNA बंधनी प्रोटीन की सहायता से सक्रिय जीन को निष्क्रिय या निष्क्रिय को सक्रिय करने की दर घटाना/बढ़ाना। ऐसे जीन्स को नियन्त्रित जीन कहते हैं।

अनुलेखन (Transcription)

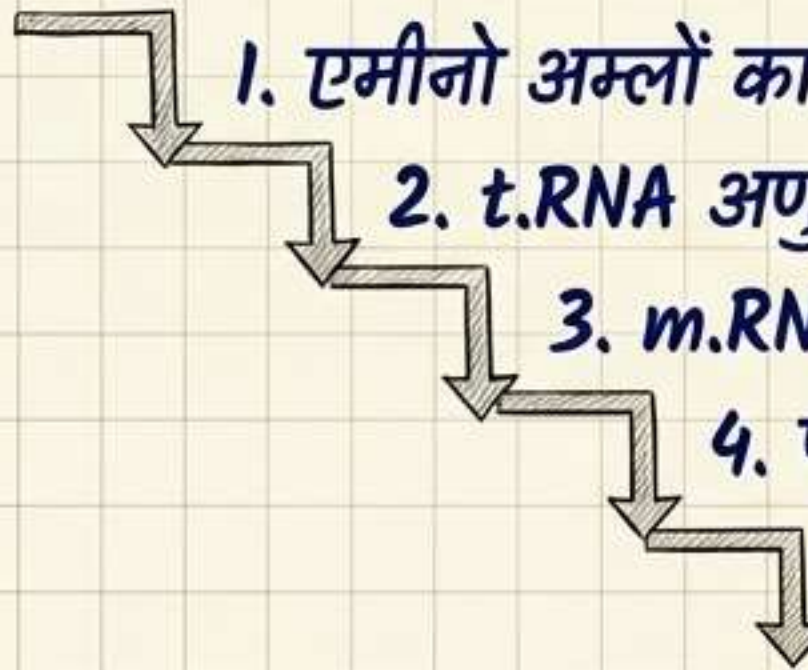
D.N.A अणु की पूरक प्रतिलिपियों के रूप में mRNA का संश्लेषण (केन्द्रक में) । DNA की GCAT लिपि mRNA पर GCAU में बदल जाती है। प्रारम्भ प्रोमोटर (Promoter) स्थल से होता है, और समापन (Terminator) स्थल पर समाप्त होता है।

अनुलेखन की क्रियाविधि



अनुवादक / रूपांतरण (Translation)

mRNA में न्यूक्लियोटाइड की श्रृंखला के एमीनो अम्लों की पाली पेप्टाइड श्रृंखला में बदलने की क्रिया।

- 
1. एमीनो अम्लों का सक्रियण।
 2. t.RNA अणुओं से सक्रिय एमीनो अम्ल का जुड़ना (एमीनो एसिल बनाना)।
 3. m.RNA का राइबोसोम से जुड़ना।
 4. पालीपेप्टाइड श्रृंखला का दीर्घीकरण।
 5. पालीपेप्टाइड श्रृंखला का समापन हो जाना।

मानव जीनोम (Human Genome)

मानव कोशिका में उपस्थित सभी गुणसूत्रों के DNA में न्यूक्लियोटाइड के क्रम के रूप में संगृहीत जैव सूचनाएँ ही मानव जीनोम कहलाता है।

सर्वप्रथम मानव जीनोम प्रोजेक्ट (HGP) अमेरिका के ऊर्जा विभाग (US Dept of Energy) ने 1983-1984 में रखा।

1999

प्रथम बार मानव के 22वें गुणसूत्र की D.N.A श्रृंखला का क्रम प्रकाशित।

2006

पूर्ण मानव जीनोम श्रृंखला ज्ञात की गई
(सभी जीनों की समानता और वितरण का पता चला)।

मानव जीनोम का लक्ष्य

- ★ विभिन्न जातियों के विकास के क्रम को ज्ञात करना।
- ★ असाध्य रोगों को ठीक करना।
- ★ मानव की जैविक सूचना को कम्प्यूटरीकृत करना।
- ★ गुणसूत्रों में स्थित जीन के क्रमों व उनकी संरचना/कार्य का पता लगाना।
- ★ उच्च संरक्षित जीनों को पहचानना।
- ★ अनेक जीवों के जीनोम का चित्रण करना।

मानव जीनोम प्रोजेक्ट की उपयोगिता

- रोग उत्पन्न करने वाले न्यूक्लियोटाइड का पता लगाना।
- मानव या मानव समूह की आनुवांशिक वंशावली को निर्धारित करने में सहायक।
- आनुवांशिक रोगों की पहचान (Ex=7 हीमोफीलिया)
- D.N.A अंगुलिछाप (Fingerprinting) करके अपराधी की पहचान करने में।

मानव जीनोम प्रोजेक्ट की विशेषताएँ



→ DNA तैयार करने हेतु WBCs अथवा मस्तिष्क ऊतक (Brain tissue) से DNA लिया जाता है।

ऐलेक्स जेफ्री (Alec Jeffreys) ने सन 1986 में खोज की।
प्रत्येक जीव की D.N.A संरचना विशिष्ट होती है।

D.N.A फिंगर प्रिंटिंग

D.N.A को एण्डोन्यूक्लिएज एन्जाइम से काटकर D.N.A खण्डों की मैचिंग द्वारा व्यक्ति की पहचान करना।

विधि

1. D.N.A को पृथक करना (शुक्राणु, रक्त, कंकाल से)।
2. D.N.A को काटना (एण्डोन्यूक्लिएज एन्जाइम द्वारा)।
3. जेल वैद्युत कण संचालन करना (Gel electrophoresis)।
4. प्रोब का VNTR के साथ जोड़ना।
5. फिंगर प्रिन्ट प्राप्त करना।

पैतृत्व निर्धारण
करना।

व्यक्ति को निर्दोष
साबित करने में।

D.N.A फिंगर प्रिंटिंग का महत्व

हत्या, बलात्कार जैसी
घटनाओं में दोषी की
पहचान करने में।

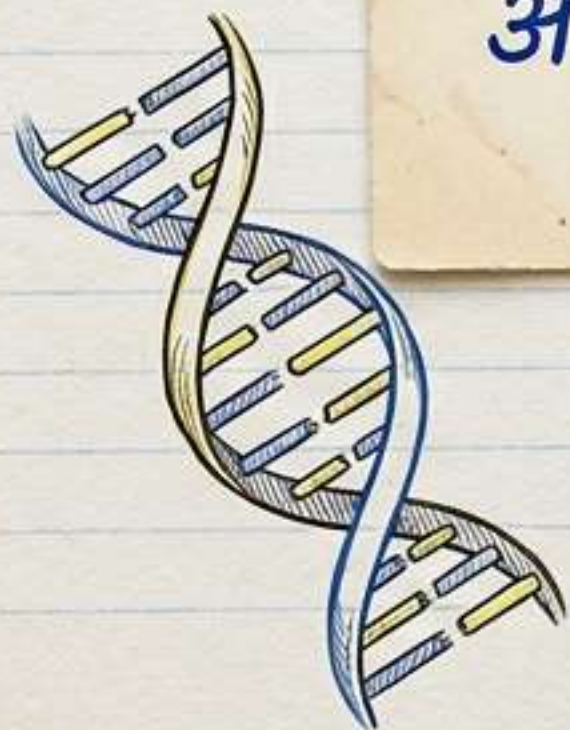


बाढ़, भूकम्प में मारे
गए लोगों की पहचान
करने में।



कक्षा 12 जीव विज्ञान (UP Board)

अध्याय 5 : वंशागति के आणविक आधार



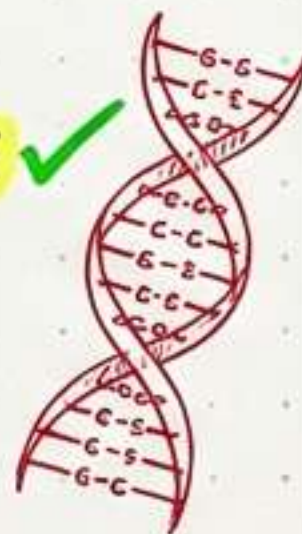
☆ Board Exam
Level Notes

★ 20 अति महत्वपूर्ण MCQs (Board Exam Level)

1. DNA की द्विकुण्डलित संरचना का प्रतिपादन किसने किया?

- A) मेण्डल एवं मॉर्गन B) वाटसन एवं क्रिक ✓
C) हर्शी एवं चेस D) सटन एवं बोवेरी

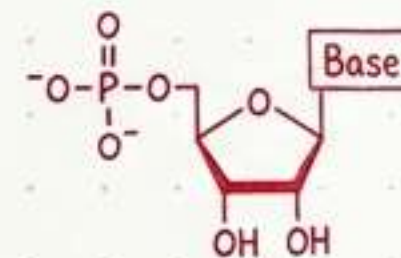
उत्तर: B) वाटसन एवं क्रिक



2. DNA का पूरा नाम क्या है?

- A) Deoxyribonucleic Acid ✓
B) Ribonucleic Acid
C) Deoxyribose Acid
D) Nucleic Acid

उत्तर: A) Deoxyribonucleic Acid



3. DNA में कौन-सा शर्करा अणु पाया जाता है?

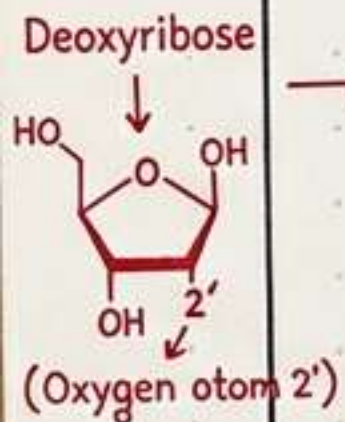
A) राइबोज

→ B) डिऑक्सीराइबोज ✓

C) ग्लूकोज

D) फ्रक्टोज

उत्तर: B) डिऑक्सीराइबोज



4. RNA में थाइमिन के स्थान पर कौन-सा क्षार पाया जाता है?

A) एडेनिन

B) ग्वानिन

C) यूरेसिल ✓

D) साइटोसिन

उत्तर: C) यूरेसिल

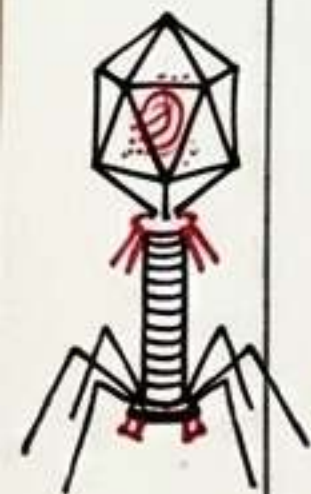
RNA	DNA
A	A
G	G
C	C
U	T

Uracil (U)
replaces
Thymine (T)
in RNA

5. DNA का आनुवंशिक पदार्थ होना किस प्रयोग से सिद्ध हुआ?

- A) मेण्डल प्रयोग B) मॉर्गन प्रयोग
C) हर्शी-चेस प्रयोग ✓ D) डी ब्रीज प्रयोग

उत्तर: C) हर्शी-चेस प्रयोग



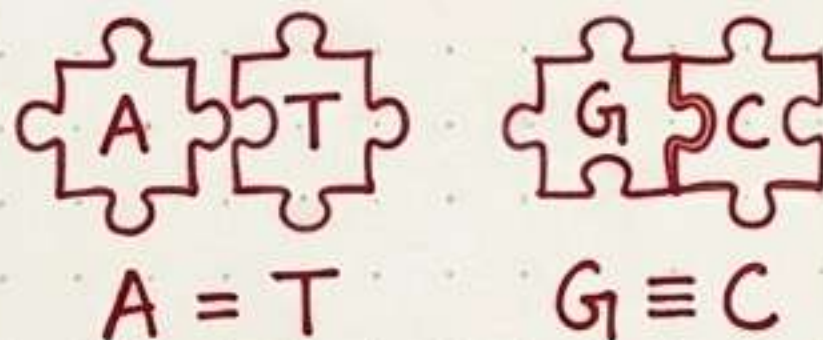
6. DNA की मूल इकाई क्या कहलाती है?

- A) जीन
B) न्यूक्लियोसाइड
C) न्यूक्लियोटाइड ✓
D) गुणसूत्र

उत्तर: C) न्यूक्लियोटाइड

7. DNA में एडेनिन किसके साथ युग्म बनाता है?

- A) ग्वानिन
B) साइटोसिन
C) थाइमिन ✓
D) यूरेसिल



उत्तर: C) थाइमिन

8. ग्वानिन किसके साथ युग्म बनाता है?

- A) एडेनिन
B) साइटोसिन ✓
C) थाइमिन
D) यूरेसिल

उत्तर: B) साइटोसिन

★ 20 अति महत्वपूर्ण MCQs (Board Exam Level)

9. DNA प्रतिकृति का मॉडल किसने प्रस्तावित किया?

- A) मेसेल्सन एवं स्टाल B) वाटसन एवं क्रिक ✓
C) मॉर्गन D) बेटसन

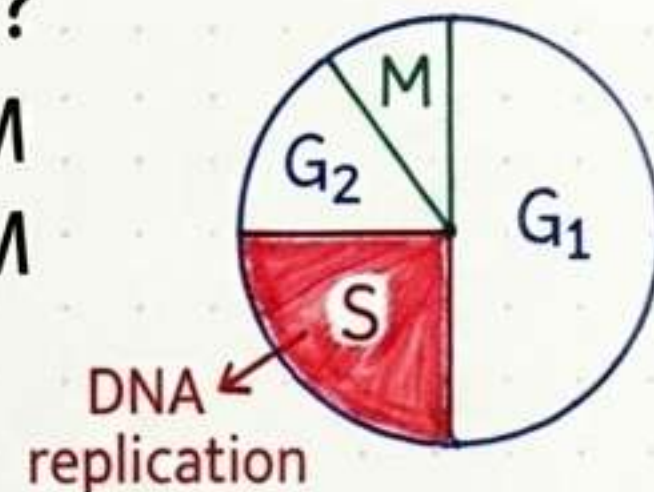
उत्तर: B) वाटसन एवं क्रिक



10. DNA प्रतिकृति कोशिका चक्र की किस अवस्था में होती है?

- A) G_1 C) M
B) G_2 D) M
C) S ✓

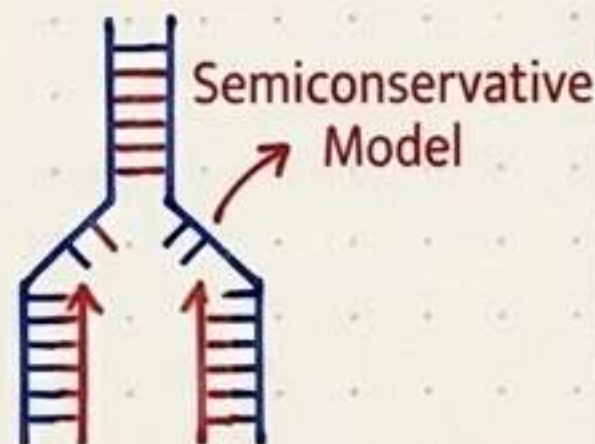
उत्तर: C) S



11. DNA प्रतिकृति की अर्द्धसंरक्षी (Semiconservative) प्रकृति किसने सिद्ध की?

- A) हर्शी एवं चेस
B) वाटसन एवं क्रिक
C) मेसेल्सन एवं स्टाल ✓
D) निरेनबर्ग

उत्तर: C) मेसेल्सन एवं स्टाल



12. RNA का संश्लेषण किस प्रक्रिया द्वारा होता है?

- A) प्रतिकृति
B) प्रतिलेखन ✓
C) अनुवादन
D) उत्परिवर्तन

उत्तर: B) प्रतिलेखन

13. mRNA का कार्य क्या है?

- A) अमीनो अम्ल लाना
- B) राइबोसोम बनाना
- C) आनुवंशिक सूचना ले जाना ✓
- D) ऊर्जा बनाना

उत्तर: C) आनुवंशिक सूचना ले जाना



14. tRNA का मुख्य कार्य है—

- A) DNA बनाना
- B) अमीनो अम्ल को राइबोसोम तक ले जाना ✓
- C) ATP बनाना
- D) कोशिका विभाजन कराना

उत्तर: B) अमीनो अम्ल को राइबोसोम तक ले जाना



15. प्रोटीन संश्लेषण का स्थल है—

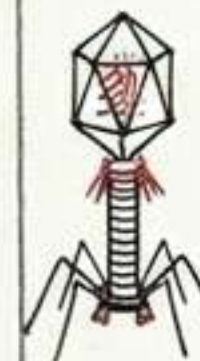
- A) केन्द्रक
- B) गोल्जीकाय
- C) राइबोसोम ✓
- D) लाइसोसोम

उत्तर: C) राइबोसोम

16. आनुवंशिक कूट (Genetic Code) की खोज किसने की?

- A) निरेनबर्ग ✓
- B) मेण्डल
- C) मॉर्गन
- D) डी ब्रीज

उत्तर: A) निरेनबर्ग



17. एक कोडॉन में कितने नाइट्रोजन क्षार होते हैं?

A) 1

B) 2

✓ C) 3

D) 4

उत्तर: C) 3

19. समाप्ति (Stop) कोडॉन कौन-सा है?

A) AUG

B) GUG

✓ C) UAA

D) AUA

उत्तर: C) UAA



18. प्रारम्भ (Start) कोडॉन कौन-सा है?

A) UAA

✓ B) AUG

C) UAG

D) UGA

उत्तर: B) AUG 

20. मानव जीनोम परियोजना (Human Genome Project) का मुख्य उद्देश्य क्या था?

A) नए पौधे बनाना

B) DNA की संरचना जानना

✓ C) मानव जीनों की पहचान एवं मानचित्रण करना

D) प्रोटीन संश्लेषण का अध्ययन करना

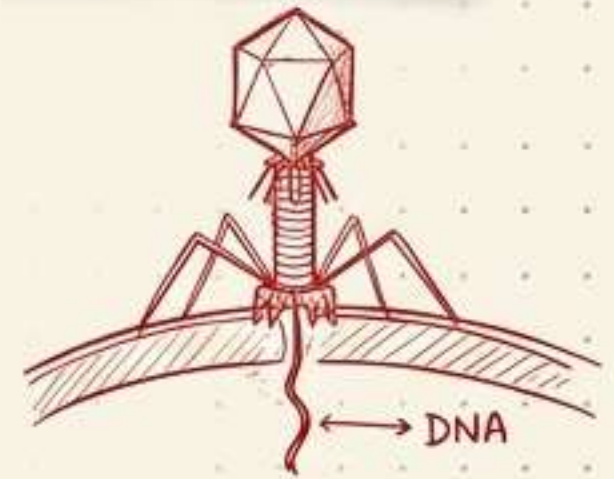
उत्तर: C) मानव जीनों की पहचान एवं मानचित्रण करना

🎯 UP Board परीक्षा हेतु अति महत्वपूर्ण

DNA संरचना, प्रतिकृति, प्रतिलेखन, अनुवादन, आनुवंशिक कूट एवं मानव जीनोम परियोजना से प्रश्न हर वर्ष पूछे जाते हैं।
कक्षा 12 जीव विज्ञान (UP Board) अध्याय 5 – वंशागति के आणविक आधार 20 अति महत्वपूर्ण प्रश्न उत्तर सहित

1. DNA को आनुवंशिक पदार्थ किसने सिद्ध किया?

उत्तर: हर्षे एवं चेज़ ने 1952 में बैक्टीरियोफेज पर प्रयोग करके सिद्ध किया कि DNA ही आनुवंशिक पदार्थ है। उन्होंने रेडियोधर्मी समस्थानिकों का उपयोग किया और पाया कि DNA संतति कोशिकाओं में प्रवेश करता है।



2. ग्रिफिथ का रूपांतरण प्रयोग क्या था?

उत्तर: ग्रिफिथ ने S तथा R प्रकार के न्यूमोकोकस जीवाणुओं पर प्रयोग किया। मृत S जीवाणु और जीवित R जीवाणु को मिलाने पर चूहों में रोग उत्पन्न हो गया। इससे रूपांतरण (Transformation) की खोज हुई।

Transformation!



3. एवरी के प्रयोग का निष्कर्ष क्या था?

उत्तर: एवरी, मैकलियोड एवं मैकार्टी ने सिद्ध किया कि DNA ही रूपांतरण कराने वाला पदार्थ है। उन्होंने विभिन्न एंजाइमों की सहायता से यह निष्कर्ष निकाला।



4. DNA की द्विकुंडलित संरचना का वर्णन कीजिए।

उत्तर: DNA दो पॉलीन्यूक्लियोटाइड श्रृंखलाओं से बना होता है जो कुंडली के रूप में व्यवस्थित रहती हैं। A-T तथा G-C पूरक क्षार युग्म बनाते हैं। इसकी संरचना वाटसन एवं क्रिस्क ने 1953 में प्रस्तुत की।

5. चारगाफ के नियम लिखिए।

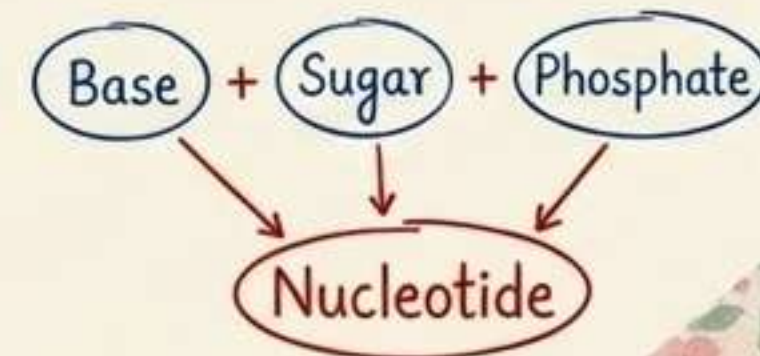
उत्तर: DNA में एडेनिन की मात्रा थाइमिन के बराबर तथा ग्वानिन की मात्रा साइटोसिन के बराबर होती है। अर्थात् $A=T$ तथा $G=C$ । यह नियम DNA संरचना के लिए महत्वपूर्ण है।

$$[A] = [T]$$

$$[G] = [C]$$

6. न्यूक्लियोटाइड क्या है?

उत्तर: न्यूक्लियोटाइड DNA एवं RNA की मूल इकाई है। यह नाइट्रोजनी क्षारक, पेंटोज शर्करा और फॉस्फेट समूह से मिलकर बनता है।

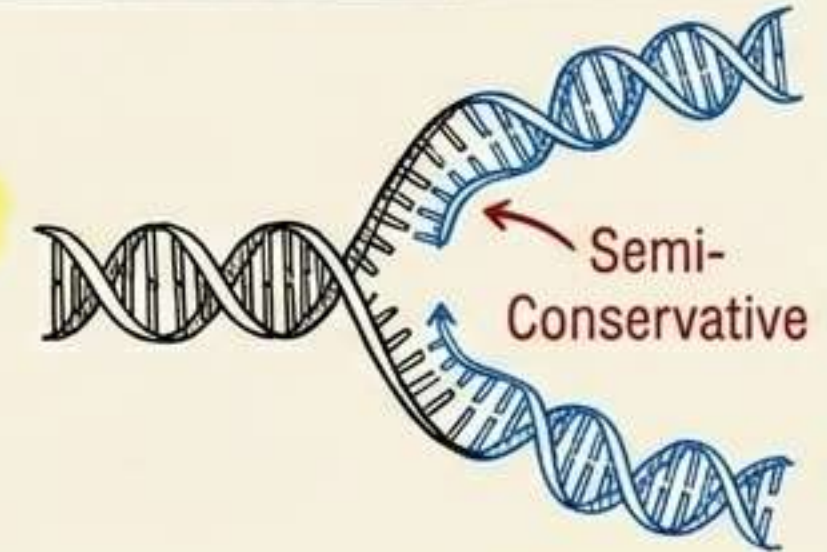


7. DNA प्रतिकृति क्या है?

उत्तर: DNA द्वारा अपनी समान प्रतिलिपि बनाने की प्रक्रिया DNA प्रतिकृति कहलाती है। यह कोशिका विभाजन से पहले होती है और आनुवंशिक सूचना का संरक्षण करती है।

8. मेसलसन एवं स्टाल का प्रयोग क्या सिद्ध करता है?

उत्तर: इस प्रयोग ने सिद्ध किया कि DNA प्रतिकृति अर्ध-संरक्षी (Semi-Conservative) होती है। नई DNA श्रृंखला में एक पुरानी तथा एक नई श्रृंखला होती है।



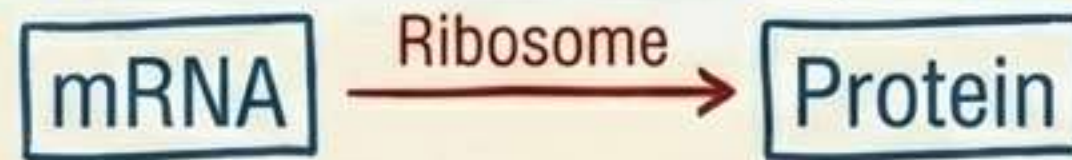
9. प्रतिलेखन (Transcription) क्या है?

उत्तर: DNA से mRNA बनने की प्रक्रिया प्रतिलेखन कहलाती है। यह RNA पॉलिमरेज़ एंजाइम की सहायता से संपन्न होती है।



10. अनुवादन (Translation) क्या है?

उत्तर: mRNA के कूटों के अनुसार अमीनो अम्लों को जोड़कर प्रोटीन बनाने की प्रक्रिया अनुवादन कहलाती है। यह राइबोसोम पर होती है।

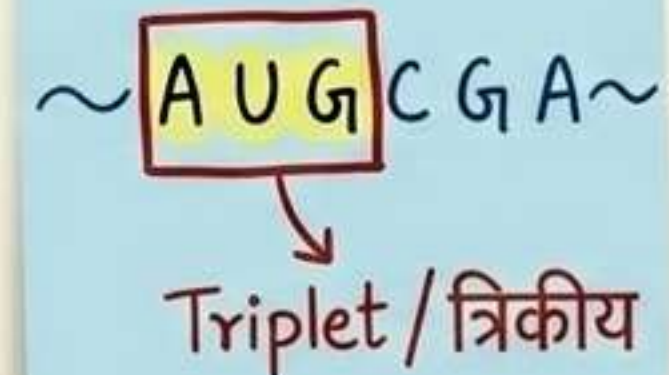


11. आनुवंशिक कूट (Genetic Code) क्या है?

उत्तर: mRNA पर उपस्थित तीन-तीन क्षारकों के समूह को आनुवंशिक कूट कहते हैं। प्रत्येक कूट किसी विशेष अमीनो अम्ल का निर्धारण करता है।

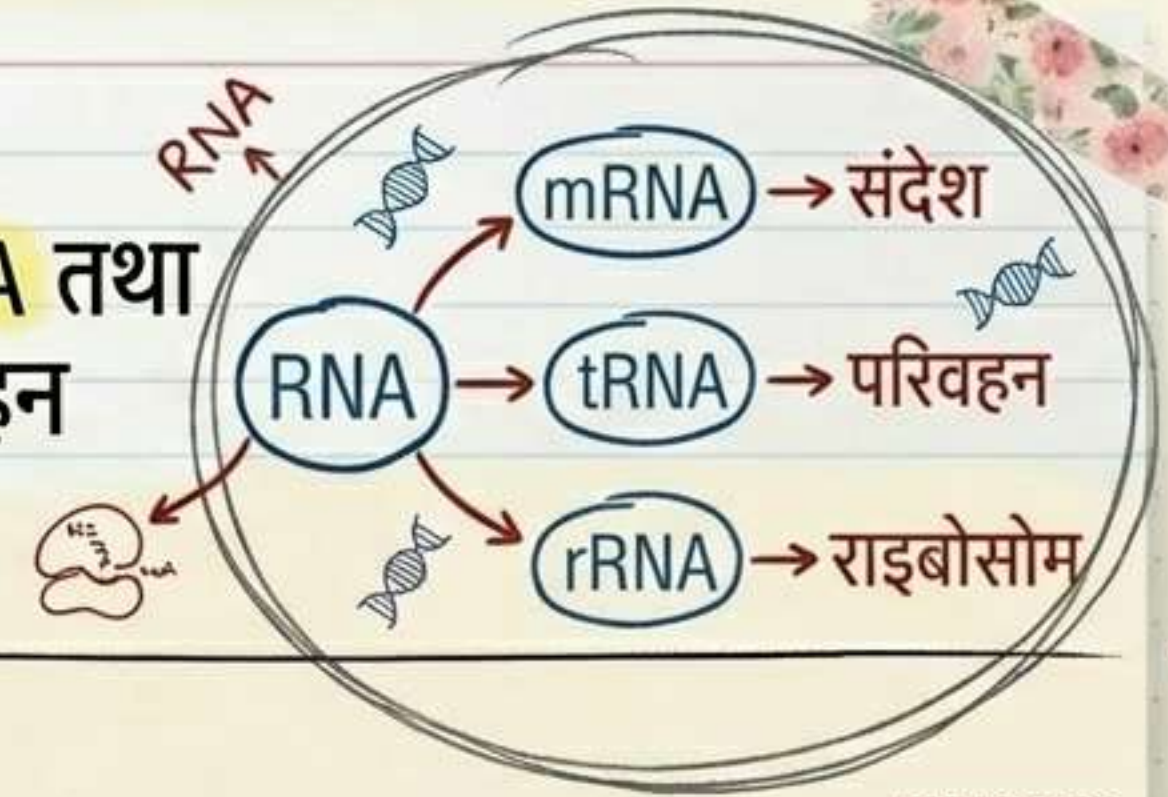
12. आनुवंशिक कूट की दो विशेषताएँ लिखिए।

उत्तर: यह त्रिकीय (Triplet) तथा सार्वभौमिक (Universal) होता है। एक कूट तीन क्षारकों से बना होता है।



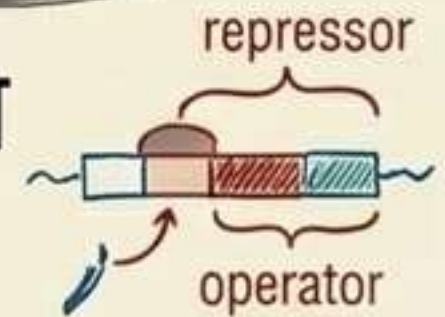
13. RNA के प्रकार कौन-कौन से हैं? ✓

उत्तर: RNA तीन प्रकार का होता है—mRNA, tRNA तथा rRNA। ये क्रमशः संदेश, अमीनो अम्ल परिवहन तथा राइबोसोम निर्माण का कार्य करते हैं।



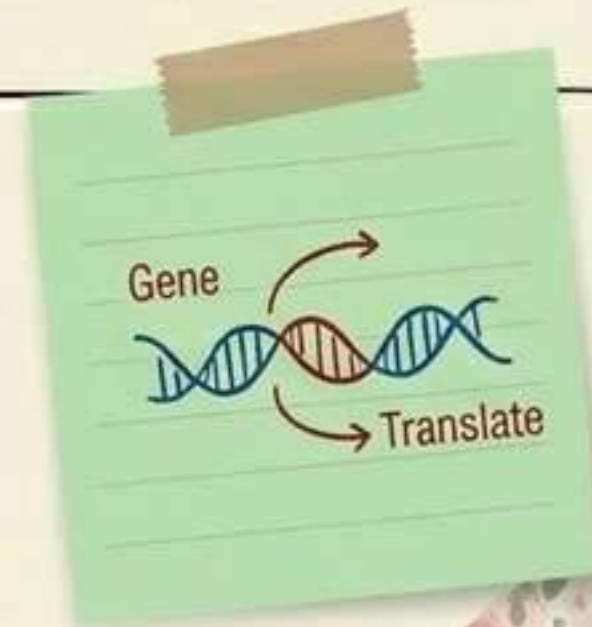
14. लैक ऑपेरॉन क्या है? ✓

उत्तर: लैक ऑपेरॉन E.coli में लैक्टोज उपापचय को नियंत्रित करने वाला जीन समूह है। इसकी अवधारणा जैकब एवं मोनोड ने दी थी।



15. जीन अभिव्यक्ति क्या है? ✓

उत्तर: जीन में संचित सूचना के आधार पर RNA और प्रोटीन बनने की प्रक्रिया जीन अभिव्यक्ति कहलाती है।



DNA $\xrightarrow{\text{(प्रतिलेखन)}}$ RNA $\xrightarrow{\text{(अनुवादन)}}$ Protein

16. केंद्रीय सिद्धांत (Central Dogma) क्या है?

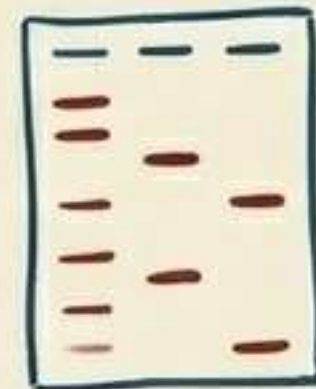
उत्तर: फ्रांसिस क्रिक के अनुसार आनुवंशिक सूचना DNA से RNA तथा RNA से प्रोटीन में प्रवाहित होती है। इसे केंद्रीय सिद्धांत कहते हैं।

17. मानव जीनोम परियोजना क्या है?

उत्तर: यह परियोजना मानव DNA के सभी जीनों की पहचान और मानचित्रण के लिए शुरू की गई थी। इससे मानव आनुवंशिकी को समझने में सहायता मिली।

18. DNA फिंगरप्रिंटिंग क्या है?

उत्तर: DNA फिंगरप्रिंटिंग व्यक्ति की विशिष्ट पहचान करने की तकनीक है। इसका उपयोग अपराध जांच और पितृत्व परीक्षण में किया जाता है।





19. DNA तथा RNA में दो अंतर लिखिए।

उत्तर: DNA तथा RNA में अंतर निम्नलिखित है :

DNA	RNA
डिऑक्सीराइबोज शर्करा होता है	राइबोज शर्करा होता है
थाइमिन होता है	यूरैसिल होता है
द्विसूत्री (Double-stranded)	सामान्यतः एकसूत्री (Single-stranded)



20. DNA फिंगरप्रिंटिंग के उपयोग लिखिए।

उत्तर: इसका उपयोग अपराधियों की पहचान, पितृत्व परीक्षण, मृत व्यक्तियों की पहचान तथा जैव विविधता के अध्ययन में किया जाता है।

