

1. मॉड्यूल और इसकी संरचना

मॉड्यूल विस्तार	
विषय का नाम	जीव विज्ञान
पाठ्यक्रम का नाम	जीवविज्ञान 03 (कक्षा XII, छात्राही-1)
मॉड्यूल का नाम / शीर्षक	प्रतिकृति और प्रतिलेखन - भाग 2
मॉड्यूल आईडी	lebo_10602
पूर्व-अपेक्षित	डीएनए की संरचना के बारे में ज्ञान
उद्देश्य	इस पाठ के माध्यम से जाने के बाद, शिक्षार्थी निम्नलिखित को समझने में सक्षम होंगे: • डीएनए की स्थिरता के कारण • डीएनए की प्रतिकृति के अर्ध-रूढ़िवादी मोड • डीएनए की प्रतिकृति की प्रक्रिया • अनुलेखन की प्रक्रिया • प्रोकैरियोटिक और यूकेरियोटिक प्रतिलेखन के बीच अंतर
मुख्य शब्द	आरएनए दुनिया, अर्ध-रूढ़िवादी, डीएनए पोलीमरेज, डीऑक्सीराइबोन्यूक्लोसाइड ट्राइफॉस्फेट्स, प्रतिकृति कांटा, डीएनए लिगेज, प्रतिकृति की उत्पत्ति, प्रतिलेखन इकाई, टेम्पलेट स्ट्रैंड, कोडिंग स्ट्रैंड, पॉलीस्टीरॉनिक, मोनोसिस्ट्रोनिन, एक्सॉन, इंट्रोन्स, कैपिंग, टेलिंग

2. विकास दल

भूमिका	नाम	सम्बद्धता
राष्ट्रीय MOOC समन्वयक (NMC)	प्रो. अमरेंद्र पी बेहरा	सीआईआईटी, एनसीईआरटी, नई दिल्ली
कार्यक्रम के समन्वयक	डॉ. मो. ममूर अली	सीआईआईटी, एनसीईआरटी, नई दिल्ली
पाठ्यक्रम समन्वयक (सीसी) / पीआई	डॉ. चोंग वी शिमरे	डी.इ.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नई दिल्ली
पाठ्यक्रम सह समन्वयक/ सह-पी.आई.	डॉ. यश पॉल शर्मा	सी.आई.टी., एन.सी.ई.आर.टी., नई दिल्ली
विषय वस्तु विशेषज्ञ	श्री रीतेश कुमार	आर.पी.वी.वी., सिविल लाइंस, नई दिल्ली
समीक्षा दल	डॉ मधुमिता बनर्जी	रामजस कॉलेज, दिल्ली विश्वविद्यालय
अनुवादक	डॉ. प्रियंका गौतम	दयालबाग एजुकेशनल इंस्टीट्यूट, दयालबाग

विषय - सूची :

1. परिचय
2. DNA की वजह RNA अधिक स्थिर होता है
3. RNA दुनिया
4. मेसल्सन-स्टाल प्रयोग
5. DNA की प्रतिकृति
6. ट्रांसक्रिप्शन
7. ट्रांसक्रिप्शन यूनिट और जीन
8. प्रोकैरियोट्स में प्रतिलेखन
9. यूकेरियोट्स में प्रतिलेखन
10. सारांश

1. परिचय

हर्षे-चेस प्रयोग आनुवंशिक सामग्री की प्रकृति के पीछे के रहस्य को उजागर करने में सक्षम था, लेकिन बहुत जल्द यह पता चला कि कुछ जीवों जैसे वायरस यानि TMV, रेट्रोवायरस, QB जीवाणुभोजी आदि में आनुवंशिक सामग्री के रूप में RNA है। समग्र निष्कर्षों ने सुझाव दिया कि अधिकांश जीवों में डीएनए होता है, इसलिए डीएनए प्रमुख आनुवंशिक सामग्री है, जबकि आरएनए जो कुछ जीवों में आनुवंशिक सामग्री है, जीवित जीवों में विविध कार्य करता है।

इस खंड में हम चर्चा करेंगे कि क्या DNA को आरएनए की तुलना में एक बेहतर आनुवंशिक सामग्री बनाता है, डीएनए की प्रतिकृति की प्रक्रिया, डीएनए के आरएनए में ट्रांसक्रिप्शन की प्रक्रिया और प्रतिकृति और ट्रांसक्रिप्शन की प्रक्रिया में शामिल विभिन्न जटिलताओं।

2. क्यों डीएनए RNA से अधिक स्थिर है

एक आदर्श आनुवंशिक सामग्री की विशेषताएं यह होना चाहिए

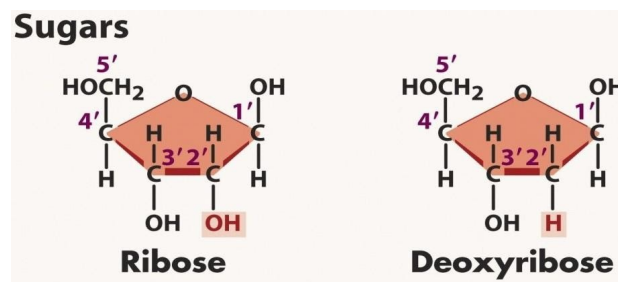
- (i) अपनी प्रतिकृति उत्पन्न करने में सक्षम।
- (ii) रासायनिक और संरचनात्मक रूप से स्थिर हो।
- (iii) विकास के लिए आवश्यक धीमी गति (परिवर्तन) की गुंजाइश प्रदान करें।
- (iv) खुद को 'मैडेलियन कैरेक्टर' के रूप में व्यक्त करने में सक्षम।

प्रोटीन उनकी प्रतिकृति उत्पन्न करने में सक्षम नहीं हैं, इसलिए उन्हें आनुवंशिक सामग्री नहीं माना जा सकता है। डीएनए और आरएनए दोनों उन विशेषताओं को पूरा करते हैं जो एक आनुवंशिक सामग्री के

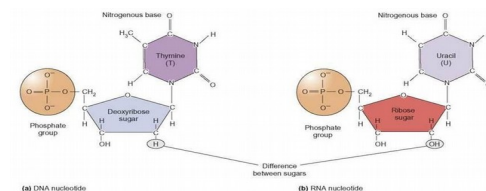
लिए आवश्यक हैं। आनुवंशिक सामग्री को जीवन चक्र, आयु के विभिन्न चरणों के साथ या जीव के शरीर क्रिया विज्ञान में परिवर्तन के साथ नहीं बदलना चाहिए, अर्थात्, यह स्थिर होना चाहिए।

आरएनए की तुलना में डीएनए रासायनिक रूप से कम प्रतिक्रियाशील, संरचनात्मक रूप से अधिक स्थिर और आनुवंशिक जानकारी का एक स्थिर वाहक है, जो कम स्थिर और उत्परिवर्तन के लिए अधिक प्रवृत्त है। सामान्य सेलुलर परिस्थितियों में डीएनए की तुलना में आरएनए हाइड्रोलिसिस से लगभग 100 गुना तेज होता है। RNA की अस्थिर प्रकृति RNA को वायरस को उत्परिवर्तित और तेजी से विकसित करने में मदद करती है। यह आरएनए दो विशेषताओं की उपस्थिति के कारण डीएनए की तुलना में कम स्थिर है। अर्थात्

RNA में हर न्यूक्लियोटाइड पर एक 2'-OH समूह मौजूद होता है जो एक प्रतिक्रियाशील समूह होता है और RNA को अस्थिर और आसानी से नष्ट होने योग्य बनाता है। यह गुण इसे और अधिक प्रतिक्रियाशील बनने में सक्षम बनाती है जिसके कारण यह उत्प्रेरक के रूप में कार्य कर सकता है अर्थात्, राइबोजाइम।



ii आरएनए में यूरैसिल के स्थान पर डीएनए में थाइमिन (5-मिथाइल यूरैसिल) की उपस्थिति डीएनए को अतिरिक्त स्थिरता प्रदान करती है।



3. आरएनए वर्ल्ड

1986 में, एक हार्वर्ड आणविक जीवविज्ञानी, वाल्टर गिल्बर्ट ने पहली बार अपने लेख में "आरएनए दुनिया" शब्द का इस्तेमाल किया था। आरएनए विश्व की परिकल्पना कहती है कि जब पृथ्वी पर जीवन विकसित हुआ तो आरएनए प्रमुख आनुवंशिक सामग्री थी। आरएनए को पृथ्वी पर सभी वर्तमान जीवन का अग्रदूत माना जाता है। माना जाता है कि आरएनए कोशिका में अधिकांश कार्य जैसे आनुवंशिक जानकारी को संग्रहीत करने, आत्म-प्रतिकृति करने और बुनियादी चयापचय कार्यों को करने की क्षमता का प्रदर्शन करते हैं।

आज, डीएनए, आरएनए और प्रोटीन जैसे विभिन्न प्रकार के अणु इन क्षमता का प्रदर्शन करते हैं।

सभी आवश्यक जीवन प्रक्रियाएं जैसे चयापचय, अनुवाद, स्पाइसलिंग आदि आरएनए के आसपास विकसित हुईं। यह फ्रांसिस क्रिक का अनुमान था कि आरएनए एक एंजाइम के रूप में कार्य कर सकता है, जो अंततः 1980 के दशक में नोबेल पुरस्कार विजेता शोधकर्ता थॉमस आर.चेक और अन्य द्वारा सिद्ध किया गया था।

इसलिए, आरएनए में आनुवंशिक सामग्री के साथ-साथ राइबोजाइम नामक एंजाइम के रूप में कार्य करने की क्षमता होती है। आरएनए में स्वयं-प्रतिकृति करने की क्षमता है, अमीनो-एसिड के साथ बंधाव से गुजरना और पेप्टाइड बंधन गठन में मदद करता है। सभी प्रोटीन संश्लेषण मशीनरी आरएनए के आसपास विकसित हुई है। इसके अलावा, रिवर्स ट्रांसक्रिप्शन की प्रक्रिया द्वारा आरएनए को डीएनए में स्थानांतरित किया जा सकता है।

डीएनए की प्रतिकृति के सेमीकोन्सर्वेटिव मोड का प्रायोगिक प्रमाण

वाटसन और क्रिक ने एक बार कहा था कि यह हमारे नोटिस से नहीं बचा है कि हमने जो विशिष्ट युग्मन तुरंत पोस्ट किया है वह आनुवंशिक सामग्री के लिए एक संभावित प्रतिलिपि तंत्र का सुझाव देता है "

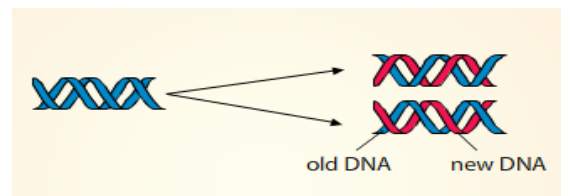
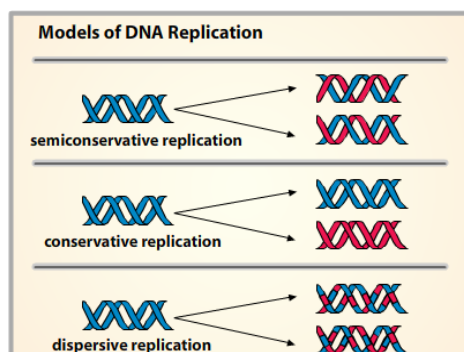
उन्होंने सुझाव दिया कि प्रतिकृति के दौरान, डीएनए के दो स्ट्रैंड एक दूसरे से अलग होंगे और प्रत्येक स्ट्रैंड नए पूरक किस्में के संश्लेषण के लिए एक टेम्पलेट के रूप में कार्य करेगा। डीएनए की प्रतिकृति के इस तरीके को प्रतिकृति के सेमीकोन्सर्वेटिव मोड के रूप में कहा जाता था क्योंकि प्रतिकृति की प्रक्रिया के पूरा होने के बाद, प्रत्येक डीएनए अणु में एक माता-पिता स्ट्रैंड और एक नए संश्लेषित स्ट्रैंड शामिल होंगे।

वाटसन और क्रिक द्वारा सुझाए गए डीएनए की प्रतिकृति का पैटर्न लगभग 5 वर्षों तक विवादास्पद रहा और प्रतिकृति के तीन पैटर्न इस बीच परिकल्पित किए गए अर्थात्।

- सेमीकोन्सर्वेटिव- डीएनए के मूल डबल स्ट्रैंड एक दूसरे से अलग हो जाते हैं और प्रत्येक स्ट्रैंड डीएनए के पूरक स्ट्रैंड के संश्लेषण के लिए एक टेम्पलेट के रूप में कार्य करता है।

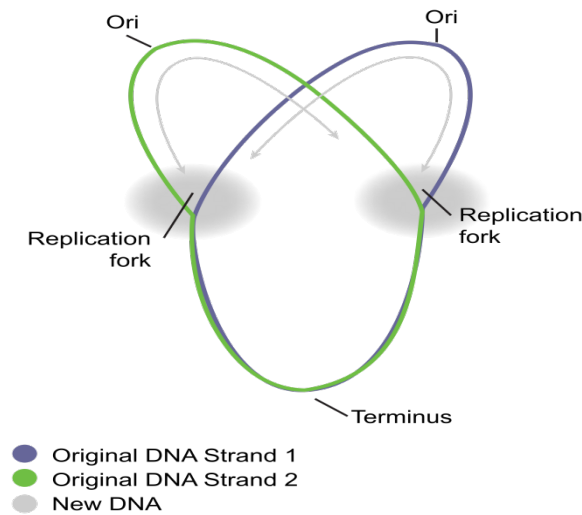
रूढ़िवादी प्रतिकृति - डीएनए के मूल डबल स्ट्रैंड का उपयोग डीएनए के नए डबल स्ट्रैंड अणु बनाने के लिए एक टेम्पलेट के रूप में किया जाता है। प्रक्रिया के दौरान मूल डीएनए स्ट्रैंड बरकरार रहता है।

डिस्पर्सिव प्रतिकृति- यह रूढ़िवादी प्रतिकृति जैसा दिखता है क्योंकि मूल डबल स्ट्रैंड अलग नहीं होता है और बरकरार रहते हुए टेम्पलेट के रूप में कार्य करता है। अंतर कोशिका विभाजन से पहले उत्पन्न होता है जब किस्में इस तरह से पुनर्संयोजित होती हैं कि प्रत्येक बेटी कोशिका को नए और पुराने डीएनए का मिश्रण मिलता है। इस मोड में, मूल डीएनए को काट दिया जाता है और फिर प्रतिकृति के प्रत्येक दौर के साथ प्रत्येक प्रति के बीच समान रूप से फैलाया जाता है।



प्रतिकृति के फैलाव की विधि का समर्थन 1958 में मैथ्यू मेसलसन और फ्रैंकलिन स्टाहल द्वारा डीएनए की प्रतिकृति की अर्ध-रूढ़िवादी प्रकृति को साबित करने के लिए एक निश्चित प्रयोग तक मजबूत रहा। उन्होंने ऐसे तरीकों का इस्तेमाल किया जिससे उन्हें नए और पुराने डीएनए को प्रतिकृति के कई दौरों में एकत्र किए गए डीएनए के नमूनों से ट्रैक करने और मौजूदा डीएनए को नए संश्लेषित डीएनए से अलग करना।

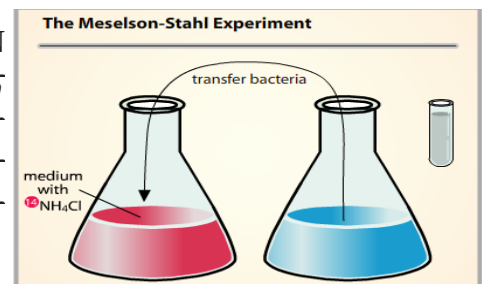
उन्होंने एक जीवाणु *एस्चेरिचिया कोलाई* पर काम किया, जिसमें एक एकल डबल स्ट्रैंड गोलाकार गुणसूत्र होते हैं जो विभाजन के दौरान एक मूल (oriC) से टर्मिनस तक द्वि-दिशात्मक रूप से प्रतिकृति से गुजरते हैं। *एस्चेरिचिया कोलाई* (और कुछ अन्य बैक्टीरिया) समृद्ध माध्यम में बहुत तेजी से वृद्धि दिखाते हैं और 20 मिनट में दोहरीकरण दिखाते हैं



सबसे पहले, उन्होंने $^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$ वाले एक माध्यम में *E.coli* बैक्टीरिया को विकसित किया, जिसमें कई पीढ़ियों तक नाइट्रोजन का एकमात्र स्रोत, ^{15}N था, नाइट्रोजन का भारी आइसोटोप। वृद्धि की इस अवधि के बाद, कोशिकाओं में पूरे डीएनए में ^{15}N शामिल था क्योंकि यह पूरे नए संश्लेषित डीएनए में शामिल हो गया। यह भारी डीएनए अणु को सामान्य डीएनए से सीज़ियम क्लोराइड (CsCl) घनत्व ढाल अपघटन के द्वारा प्रतिष्ठित किया गया था।

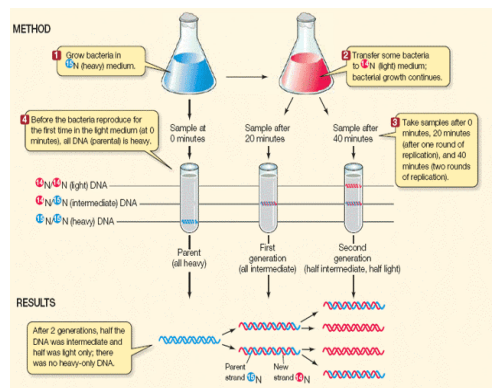
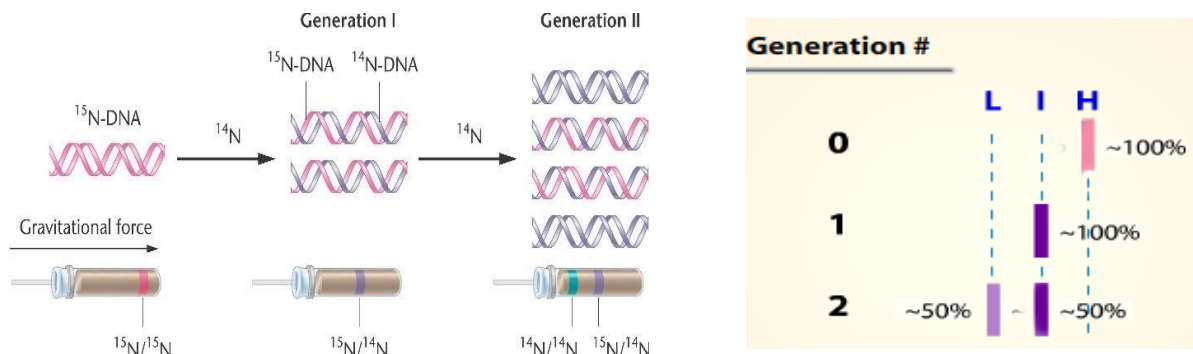
उन्होंने देखा कि 100% सैंपल घनत्व ढाल सेंट्रीफ्यूजेशन के लिए इस्तेमाल की जाने वाली ट्यूब के नीचे पाया गया क्योंकि इसमें केवल भारी नाइट्रेट ^{15}N था।

^{15}N वाले माध्यम से *E.coli* कोशिकाओं को $^{14}\text{NH}_4\text{Cl}$ (^{14}N नाइट्रोजन का सामान्य, हल्का आइसोटोप है) के साथ एक माध्यम में स्थानांतरित किया गया था। माध्यम से प्रत्येक प्रतिकृति चक्र के बाद नमूने लिए गए थे। डीएनए के नमूनों की घनत्व को मापने के लिए CsCl ग्रेडिएंट पर प्रत्येक चक्र के बाद लिए गए नमूनों को स्वतंत्र रूप से अलग किया गया था

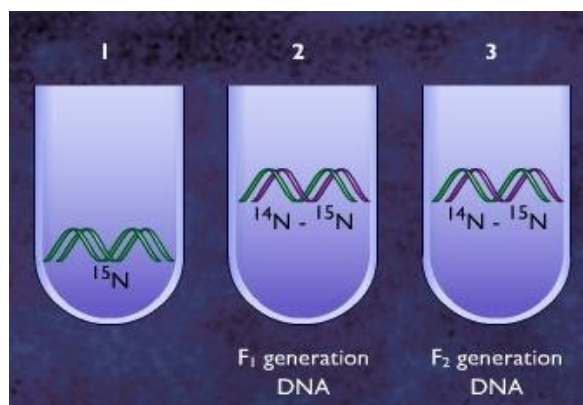


14N वाले मीडियम में एक प्रतिकृति चक्र के बाद 14N पोषक मीडियम से निकाले गए डीएनए में (20 मिनट में ई कोलाई विभाजित के रूप में 20 मिनट के बाद निकाले गए पहली पीढ़ी के नमूने), CsCl घनत्व ढाल में 100% संकर या मध्यवर्ती घनत्व डीएनए पाया था।

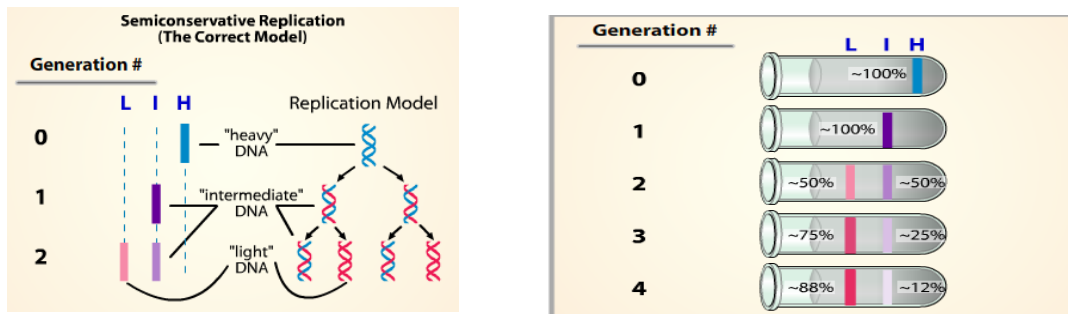
एक अन्य प्रतिकृति चक्र के बाद पोषक मीडियम से निकाले गए डीएनए यानी, दूसरी पीढ़ी (40 मिनट के बाद निकाले जाने वाली दूसरी पीढ़ी का नमूना) 50% हाइब्रिड डीएनए और 50% लाइट डीएनए यानी हाइब्रिड डीएनए और 'लाइट डीएनए की समान मात्रा से बना था।



इसलिए, प्रयोग के आधार पर, मेसलसन और स्टाल ने प्रस्तावित किया कि डीएनए अर्ध-रूढ़िवादी रूप से प्रतिकृति करता है।

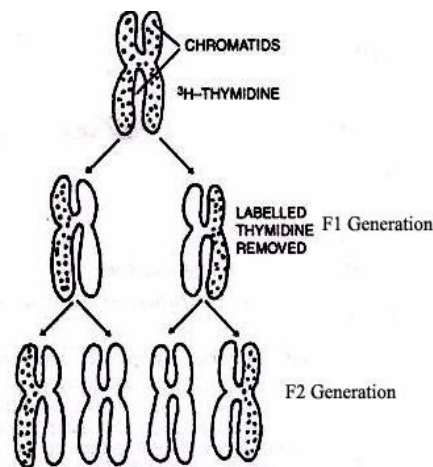


तीसरी पीढ़ी (यानी, 60 मिनट) और चौथी पीढ़ी (यानी, 80 मिनट) के बाद प्राप्त किए गए परिणाम मेसल्सन और स्टाल प्रयोग में निम्नानुसार दिखाए जाएंगे-



टेलर और सहकर्मियों (1958) ने रेडियोधर्मी थाइमिडीन 3H का उपयोग करके दिखाया कि *Vicia faba* के जड़ टिप कोशिकाओं के गुणसूत्रों में मौजूद डीएनए की प्रतिकृति अर्ध-रूढ़िवादी मोड में होती है। रेडियोधर्मी थाइमिडीन 3H के समावेश के बाद, विक्रिया फैबा की जड़ टिप को बिना लेबल वाले माध्यम में स्थानांतरित कर दिया गया जिसमें कोलिसिन था। पहली पीढ़ी के बाद यह देखा गया कि, रेडियोधर्मिता समान रूप से दोनों गुणसूत्रों में वितरित थी

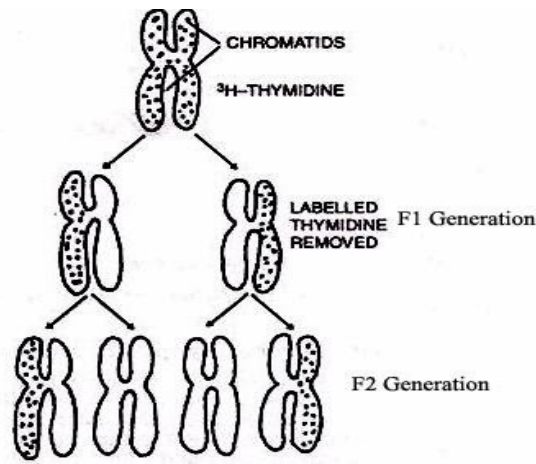
क्योंकि डीएनए डबल हेलिक्स के मूल स्ट्रैंड को 3H के साथ लेबल किया गया था और नवगठित स्ट्रैंड को गैर-लेबल किया गया था।



सेकेंड डिवीजन (दूसरी पीढ़ी) के बाद, केवल दो गुणसूत्रों में से एक ने रेडियोधर्मिता का प्रदर्शन किया क्योंकि इसमें एक रेडियोधर्मी स्ट्रैंड (मूल स्ट्रैंड) और अन्य गैर-रेडियोएक्टिव स्ट्रैंड (नवगठित, गैर-लेबल स्ट्रैंड) था। इसके आधार पर, टेलर और उनके सहयोगियों ने साबित किया कि यूकेरियोटिक गुणसूत्रों में मौजूद डीएनए भी अर्ध-रूढ़िवादी रूप से प्रतिकृति करता है।

5. डीएनए की प्रतिकृति:

डीएनए प्रतिकृति एक मूल डीएनए अणु से डीएनए की दो समान प्रतियां बनाने की जैविक प्रक्रिया है। यूकेरियोट्स में, डीएनए की प्रतिकृति सेल चक्र के एस-चरण में होती है।



प्रतिकृति की प्रक्रिया में डीएनए निर्भर डीएनए पोलिमेरेज जैसे एंजाइमों की आवश्यकता होती है जोकि डीऑक्सीन्यूक्लियोटाइड्स के बहुलककरण को उत्प्रेरित करने के लिए डीएनए टेम्पलेट का उपयोग करते हैं। ये एंजाइम अत्यधिक कुशल, सटीक और तेज एंजाइम होते हैं जो बहुत कम समय में बड़ी संख्या में न्यूक्लियोटाइड के बहुलककरण को उत्प्रेरित कर सकते हैं। ई कोलाई में यह काफी स्पष्ट है, जिसमें 4.6×10^6 बेस जोड़े होते हैं और 38 मिनट के भीतर प्रतिकृति की प्रक्रिया को पूरा करते हैं जिसका मतलब है कि पोलिमेराइजेशन की औसत दर लगभग 2000 बेस जोड़े प्रति सेकंड होती है।

डीएनए के बहुलकीकरण की प्रक्रिया के दौरान डीऑक्सीराइबोन्यूक्लोसाइड ट्राइफॉस्फेट (dNTP) दोहरे उद्देश्यों की तरह कार्य करता है क्योंकि प्रतिकृति की प्रक्रिया ऊर्जावान रूप में बहुत महंगी प्रक्रिया है। वे सबस्ट्रेट के रूप में कार्य करते हैं (नए स्ट्रैंड बनाने के लिए डीऑक्सीन्यूक्लियोटाइड भाग जोड़ा जाता है) जबकि दो टर्मिनल फॉस्फेट का उपयोग पोलिमेराइजेशन प्रतिक्रिया के लिए ऊर्जा प्रदान करने के लिए किया जाता है।

हेलिकेज (Helicase) - डीएनए हेलिक्स प्रतिकृति कांटे को खोलने में मदद करता है।

डीएनए पोलिमेरेज- टेम्पलेट स्ट्रैंड में न्यूक्लियोटाइड को जोड़कर डीएनए के नए स्ट्रैंड को 5'-3' की दिशा में जोड़ते हैं। साथ ही नवगठित डीएनए का प्रूफ रीडिंग करता है।

एकल-स्ट्रैंड बाइंडिंग प्रोटीन- हेलिसेज एंजाइम द्वारा अलग किए गए डीएनए को एक हेलिक्स में वापस तड़कते हुए रोकते हैं।

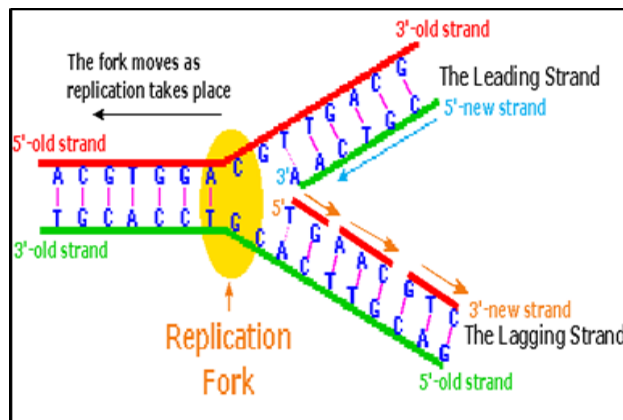
टोपोआइजोमेरेज- डीएनए के सुपर कॉइल्ड संरचना को शांत कराते हैं।

डीएनए गाइरेज- यह एक प्रकार का टोपोआइजोमेरेज है जोकि डीएनए हेलिकेज द्वारा स्ट्रेन को तनाव से छुटकारा दिलाते हैं।

आरएनए प्राइमर्स- टेम्पलेट स्ट्रैंड से डीएनए के नए स्ट्रैंड के पॉलिमेराइजेशन को ले जाने के लिए डीएनए पोलिमेरेज के लिए एक शुरुआती बिंदु प्रदान करते हैं।

डीएनए लाइगेज- डीएनए के टुकड़ों को जोड़ने में मदद करते हैं जिन्हें लैगिंग स्ट्रैंड में ओकाजाकी फ्रैगमेंट कहा जाता है। डीएनए की प्रतिकृति की प्रक्रिया दीक्षा, बढ़ाव और समापन जैसे तीन एंजाइम से उत्प्रेरित और समन्वित चरणों में होती है।

दीक्षा- यह पहला कदम होता है जिसमें हाइड्रोजन बॉन्ड के टूटने से डीएनए की दो समानांतर किस्में का अलग हो जाजाती हैं जोकि नाइट्रोजिनस बेस के बीच मौजूद होती हैं। विशेष प्रोटीन जिन्हें आरंभिक प्रोटीन कहा जाता है जो डीएनए हेलिक्स को लक्षित करती हैं T टी के बीच मौजूद दो हाइड्रोजन बॉन्ड को तोड़ना आसान होता है, न कि G और C जोड़ी के बीच मौजूद तीन हाइड्रोजन बांड को। डीएनए स्ट्रैंड एक Y आकृति की संरचना में खुलते हैं, जिसे प्रतिकृति कांटा कहा जाता है। डीएनए के दो स्ट्रैंड्स को इसकी पूरी लंबाई में अलग नहीं किया जा सकता है क्योंकि इसमें बहुत अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है। इसलिए, एक एंजाइम जिसे हेलिकेज कहा जाता है, वह डीएनए हेलिक्स को मूल बिंदु से खोलता है जिसे 'मूल की प्रतिकृति' या 'ओरी साइट' कहा जाता है।

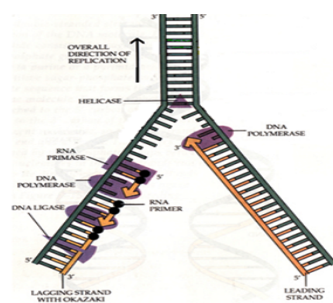


एकल-स्ट्रैंड बाइंडिंग प्रोटीन (एसएसबी) - जो पेरेंटल डीएनए हेलिक्स को खुला रखने के लिए हेलिकेज के साथ काम करते हैं और इसे हेलिक्स के रूप में वापस तड़कने से रोकते हैं। वे डीएनए को नए संश्लेषित डॉटर किस्में के साथ बेस-पेयरिंग के लिए उपलब्ध रहने में मदद करते हैं।

बढ़ाव- सभी ज्ञात डीएनए प्रतिकृति प्रणालियों को नए स्ट्रैंड के संश्लेषण से पहले एक मुक्त 3 'हाइड्रॉक्सिल समूह की आवश्यकता होती है। तो, आरएनए प्राइमेज एंजाइम मूल श्रृंखला से जुड़ जाता है और डीएनए न्यूक्लियोटाइड के बंधन के लिए आरएनए प्राइमर के रूप में कुछ आरएनए न्यूक्लियोटाइड जोड़ता है। आरएनए प्राइमरों प्रतिकृति की प्रक्रिया को पूरा करने के लिए डीएनए पोलीमरेज एंजाइम के लिए शुरुआत के रूप में कार्य प्रदान करते हैं।

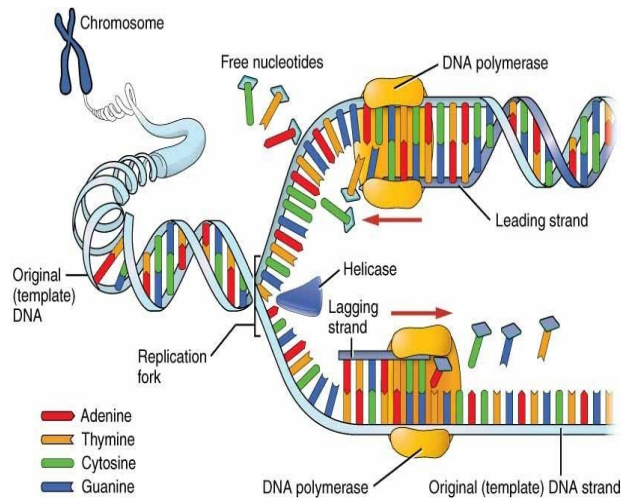
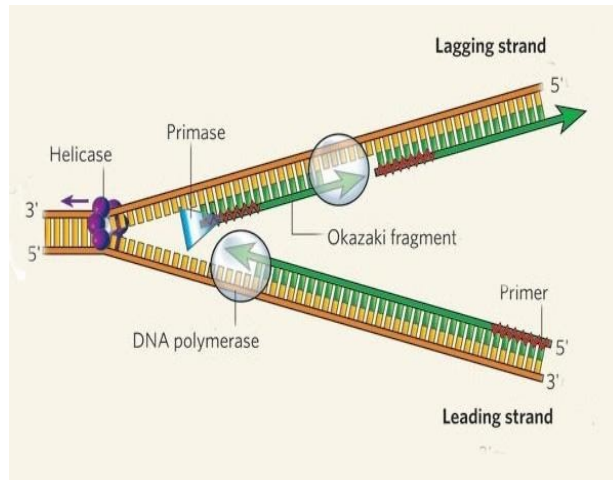
डीएनए पोलीमरेज एंजाइम केवल 5'-3 'दिशा में न्यूक्लियोटाइड को जोड़ सकते हैं, इसलिए बढ़ाव प्रक्रिया 5'-3' टेम्पलेट डीएनए स्ट्रैंड और 3'5' टेम्पलेट डीएनए स्ट्रैंड के लिए अलग-अलग होती है।

प्रतिकृति ध्रुवीयता 3 '-5' के साथ टेम्पलेट डीएनए पर निरंतर है। 3'-5 'टेम्पलेट डीएनए स्ट्रैंड में एक एकल आरएनए प्राइमर होता है और डीएनए पोलीमरेज एंजाइम न्यूक्लियोटाइड्स को 5'-3' दिशा में जोड़ता है ताकि प्रतिकृति के कांटे की दिशा में नए स्ट्रैंड चलें। इस नए संश्लेषित स्ट्रैंड को अग्रणी स्ट्रैंड कहा जाता है क्योंकि यह लगातार संश्लेषित होता है। अग्रणी स्ट्रैंड को तेजी से संश्लेषित किया जाता है और इसमें कोई अंतराल नहीं बनता है, इसलिए इसे डीएनए लाइगेज की आवश्यकता नहीं होती है।



प्रतिकृति टूटनेवाले डीएनए टेम्पलेट होते हैं जिसमें एक ध्रुवता 5'-3' होती है। 5'-3' टेम्पलेट डीएनए स्ट्रैंड के लिए कई आरएनए प्राइमरों की आवश्यकता होती है और डीएनए पॉलीमरेज़ द्वारा 5'3' दिशा में छोटे खंडों के रूप में दोहराया जाता है जिन्हें ओकाजाकी टुकड़े कहा जाता है। ये टुकड़े बाद में डीएनए लाइगेज एंजाइम से जुड़कर एक एकल निरंतर स्ट्रैंड बनाते हैं। डीएनए पॉलीमरेज़ एंजाइम फोर्क से दूर एक दिशा में कार्य करता है और नए प्रतिकृति स्ट्रैंड को लैगिंग स्ट्रैंड कहा जाता है।

समापन- यह डीएनए प्रतिकृति का अंतिम चरण होता है। समाप्ति तब होती है जब डीएनए पॉलीमरेज़ स्ट्रैंड्स के अंत तक पहुंच जाता है।



डीएनए की प्रतिकृति की प्रक्रिया शुरू करने के लिए प्रतिकृति साइट की उत्पत्ति बहुत महत्वपूर्ण है। पुनः संयोजक डीएनए प्रक्रियाओं के दौरान एक वेक्टर का उपयोग प्रतिकृति साइट की उत्पत्ति प्रदान करने के लिए किया जाता है ताकि इसके साथ जुड़े डीएनए के टुकड़े की प्रतिकृति बाहर ले जा सके। इसके अलावा, डीएनए और कोशिका विभाजन चक्र की प्रतिकृति की प्रक्रिया अत्यधिक समन्वित तरीके से होनी चाहिए क्योंकि डीएनए प्रतिकृति के बाद कोशिका विभाजन में विफलता के परिणामस्वरूप पॉलीप्लोइड होता है जो एक क्रोमोसोमल विसंगति है।

6. प्रतिलिपि

जिस प्रक्रिया से डीएनए टेम्पलेट का उपयोग करके आरएनए का संश्लेषण होता है, उसे प्रतिलेखन कहा जाता है। इस प्रक्रिया में डीएनए में संग्रहीत आनुवंशिक जानकारी को नाइट्रोजन आधारित आधारों के बीच मौजूद संपूरकता के आधार पर आरएनए स्ट्रैंड में कॉपी किया जाता है। युग्मन के बारे में एकमात्र अंतर यह है कि डीएनए टेम्पलेट में एडेनिन प्रतिलेखन के दौरान थाइमिन के बजाय एमआरएनए में यूरैसिल के साथ जोड़े को फंसाता है।

प्रतिलेखन के दौरान, कुछ अन्य अंतर जो प्रतिलेखन की प्रक्रिया को प्रतिकृति की प्रक्रिया से अलग बनाते हैं, वे हैं -

डीएनए के पूर्ण स्ट्रैंड के बजाय केवल डीएनए के एक सेगमेंट को ट्रांसक्रिप्ट किया जाता है जो प्रतिकृति के दौरान कॉपी हो जाता है।

डीएनए का केवल एक किनारा किसी भी समय आरएनए के प्रतिलेखन के लिए एक टेम्पलेट के रूप में कार्य करता है। डीएनए के स्ट्रैंड को जो ट्रांसकोड हो जाता है उसे टेम्पलेट स्ट्रैंड या नॉन-कोडिंग स्ट्रैंड कहा जाता है। डीएनए के दूसरे स्ट्रैंड जो ट्रांसक्रिप्ट नहीं होते हैं उन्हें नॉन टेम्पलेट या कोडिंग स्ट्रैंड कहा जाता है क्योंकि इसका क्रम यूरैसिल को छोड़कर नए आरएनए अणु के समान होगा जो कोडिंग स्ट्रैंड पर मौजूद थाइमिन के स्थान पर आएगा।

यह जानना भी दिलचस्प है कि अधिकांश जीवों में, डीएनए के स्ट्रैंड जो एक जीन के लिए टेम्पलेट के रूप में कार्य करते हैं, समान क्रोमोसोम के भीतर अन्य जीनों के लिए गैर-टेम्पलेट स्ट्रैंड (कोडिंग स्ट्रैंड) हो सकते हैं। डीएनए के दोनों किस्में निम्नलिखित कारणों से आरएनए में संचरित नहीं होती हैं-

पहला कारण यह है कि यदि दोनों डीएनए स्ट्रैंड एक टेम्पलेट पर कार्य करते हैं तो विभिन्न अनुक्रमों वाले दो आरएनए अणु बनेंगे। यदि दोनों प्रोटीन के लिए कोड करते हैं तो प्रोटीन में अमीनो एसिड का क्रम अलग-अलग होगा। इसका मतलब यह होगा कि डीएनए का एक खंड दो अलग-अलग प्रोटीन को कोड करेगा जो आनुवंशिक जानकारी के हस्तांतरण की मशीनरी को जटिल करेगा।

दूसरा कारण यह है कि दोनों डीएनए स्ट्रैंड के ट्रांसक्रिप्शन से बने दो आरएनए अणु जो एक दूसरे के पूरक होंगे। वे डबल स्ट्रैंडरड आरएनए का निर्माण करेंगे, जबकि प्रोटीन में अनुवादित होने के लिए एक स्ट्रैंडरड आरएनए की आवश्यकता होती है। इससे प्रोटीन में आरएनए के अनुवाद में बाधा आएगी और प्रतिलेखन की पूरी प्रक्रिया का कोई फायदा नहीं होगा।

7. ट्रांसक्रिप्शन यूनिट और जीन

डीएनए का विशिष्ट खंड जो आरएनए में परिवर्तित हो जाता है, प्रतिलेखन इकाई कहलाता है। प्रतिलेखन इकाई में तीन क्षेत्र होते हैं-

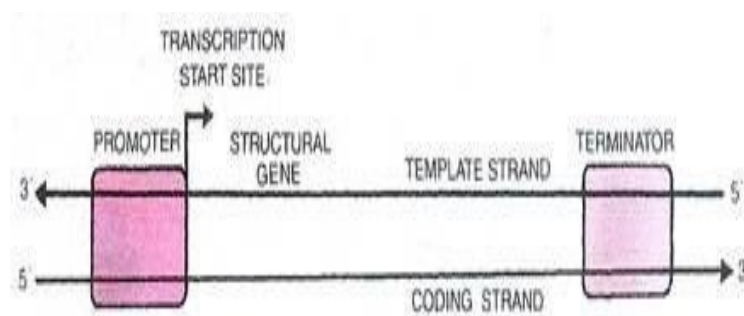
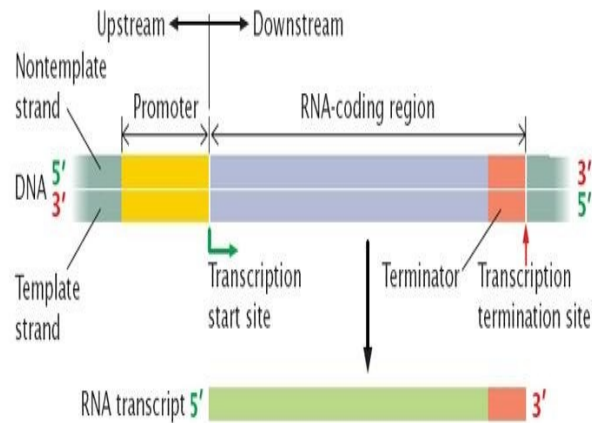
(1) एक प्रमोटर (2) स्ट्रक्चरल जीन (3) एक टर्मिनेटर

यूकेरियोट्स को प्रमोटर के अलावा एन्हांसर की भी आवश्यकता होती है। एंजाइम डीएनए पर निर्भर आरएनए पोलीमरेज़ केवल 5'-3' दिशा में आरएनए के बहुलककरण को उत्प्रेरित कर सकता है। तो, स्ट्रैंड जिसमें ध्रुवता 3'-5' एक टेम्पलेट के रूप में कार्य करता है, और इसे टेम्पलेट स्ट्रैंड, मास्टर स्ट्रैंड, एंटीसेंस या (-) स्ट्रैंड के रूप में भी संदर्भित किया जाता है। अन्य स्ट्रैंड जिसमें ध्रुवता (5'-3') और RNA (यूरैसिल के स्थान पर थाइमिन को छोड़कर) के समान अनुक्रम को कोडिंग स्ट्रैंड, सेंस या प्लस (+) स्ट्रैंड के रूप में जाना जाता है।

प्रतिलेखन इकाई को परिभाषित करते समय सभी संदर्भ बिंदु कोडिंग स्ट्रैंड के साथ बनाये गये हैं। यह एक कन्वेंशन है कि प्रमोटर के स्थान को कोडिंग स्ट्रैंड के 5' एंड के रूप में माना जाता है और टर्मिनेटर को कोडिंग स्ट्रैंड के 3' छोर के रूप में माना जाता है। प्रमोटर और टर्मिनेटर क्षेत्र संरचनात्मक जीन को फ्लैंक करते हैं। इसलिए, प्रमोटर संरचनात्मक जीन के ऊपर स्थित है, जबकि टर्मिनेटर क्षेत्र में कोडिंग स्ट्रैंड के 3' छोर पर मौजूद होते हैं, संरचनात्मक जीन के डाउनस्ट्रीम (जो टेम्पलेट स्ट्रैंड के 5' छोर से मेल खाते हैं)। टर्मिनेटर के साथ प्रमोटर की स्थिति को बदलकर, कोडिंग और टेम्पलेट स्ट्रैंड्स की परिभाषा को उलट दिया जा सकता है।

आरएनए पोलिमेरेज़ प्रमोटर को बांधता है जिसके विभिन्न भाग होते हैं जहाँ विभिन्न प्रतिलेखन कारक संलग्न हो सकते हैं।

आमतौर पर, प्रमोटर के पास एक AT रिच क्षेत्र होता है जिसे TATA बॉक्स कहा जाता है जो एक डीएनए अनुक्रम है जो प्रमोटर अनुक्रम का एक प्रकार है जो अन्य अणुओं को निर्दिष्ट करता है जहाँ प्रतिलेखन शुरू होता है।



Components of a transcription unit.

जीन: एक जीन को वंशानुक्रम की कार्यात्मक इकाई के रूप में परिभाषित किया गया है।

सिस्ट्रोन (Cistron): डीएनए का एक खंड जो एक पॉलीपेप्टाइड के लिए कोड होता है। इसके आधार पर संरचनात्मक जीन को मोनोसिस्ट्रोनिक या पॉलीसिस्ट्रोनिक के रूप में जाना जाता है।

मोनोसिस्ट्रोनिक: यूकेरियोट्स में पाया गया क्योंकि संरचनात्मक जीनों ने कोडिंग अनुक्रमों को बाधित किया है (इसका मतलब है कि जीन को विभाजन कहा जाता है)। एक्सॉन नामक कोडिंग अनुक्रम

संसाधित एमआरएनए में दिखाई देते हैं जबकि गैर कोडिंग अनुक्रमों को इंट्रोन्स कहा जाता है, जिसे स्पाइसिंग की प्रक्रिया द्वारा हटा दिया जाता है। प्रसंस्कृत आरएनए में इंट्रोन्स दिखाई नहीं देते हैं।

पॉलीसिस्ट्रोनिक: प्रोकैरियोट्स में पाए जाने वाले संरचनात्मक जीन को पॉलीसिस्ट्रोनिक कहा जाता है।

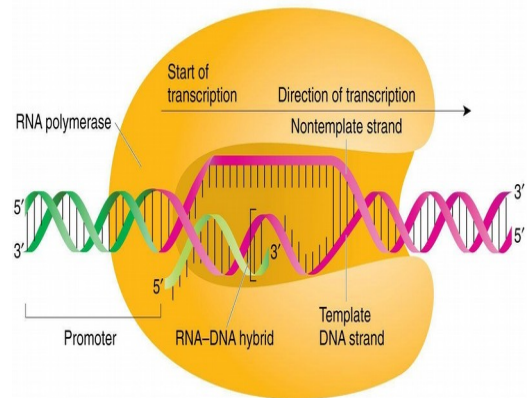
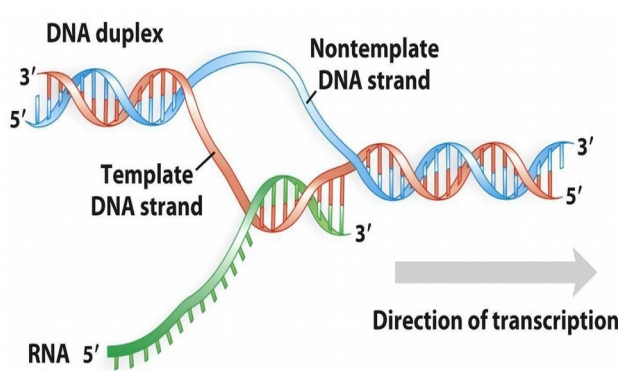
आरएनए के प्रकार: आरएनए के तीन प्रमुख प्रकार हैं: मैसेंजर आरएनए (एमआरएनए), ट्रांसफर आरएनए (टीआरएनए), और राइबोसोमल आरएनए (आरआरएनए)। एक सेल में प्रोटीन को संश्लेषित करने के लिए तीनों आरएनए की आवश्यकता होती है। mRNA एक टेम्पलेट के रूप में कार्य करता है, tRNA एमिनो के लिए एमिनो एसिड लाता है और आनुवंशिक कोड को पढ़ता है जबकि rRNAs अनुवाद की प्रक्रिया के दौरान संरचनात्मक और उत्प्रेरक भूमिका निभाते हैं।

8. प्रोकैरियोट्स में प्रतिलेखन

प्रोकैरियोट्स में, कोई उचित नाभिक नहीं होता है जिसके कारण उनका डीएनए साइटोप्लाज्म में निहित होता है और कोशिका के कोशिका द्रव्य में ट्रांसक्रिप्शन होता है। प्रतिलेखन की प्रक्रिया में डीएनए निर्भर आरएनए पोलीमरेज नामक एक एंजाइम की आवश्यकता होती है। दीक्षा, बढ़ाव और समापन तीन चरणों में प्रतिलेखन की प्रक्रिया।

दीक्षा: आरएनए पोलीमरेज प्रमोटर को बांधता है और प्रतिलेखन शुरू करता है। आरएनए पोलीमरेज एंजाइम क्षणिक रूप से दीक्षा-कारक के साथ जुड़ जाता है जिसे प्रतिलेखन शुरू करने के लिए सिग्मा कारक (σ) कहा जाता है।

बढ़ाव: आरएनए पोलीमरेज सब्सट्रेट के रूप में न्यूक्लियोसाइड ट्राइफॉस्फेट का उपयोग करता है और पूरक के नियम के बाद एक टेम्पलेट पर निर्भर फैशन में आरएनए को डीएनए से पॉलीमराइज करता है। आरएनए का केवल एक छोटा खिंचाव एंजाइम के लिए बाध्य रहता है। आरएनए पोलीमरेज केवल बढ़ाव की प्रक्रिया को उत्प्रेरित करने में सक्षम है।



समापन: एक बार जब आरएनए पोलीमरेज टर्मिनेटर क्षेत्र में पहुँच जाता है, तो यह प्रतिलेखन-कारक के साथ जुड़ता है जिसे प्रति-कारक (ρ) कहा जाता है जो प्रतिलेखन की प्रक्रिया को समाप्त करता है। नवजात आरएनए और साथ ही आरएनए पोलीमरेज बंद हो जाता है जिसके परिणामस्वरूप प्रतिलेखन की समाप्ति होती है।

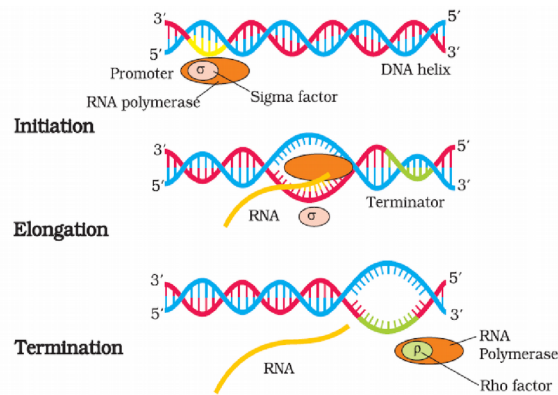


Figure 6.10 Process of Transcription in Bacteria

9. यूकेरियोट्स में प्रतिलेखन

यूकेरियोट्स में नाभिक के अंदर प्रतिलेखन होता है और फिर पारगमन के उत्पाद परमाणु छिद्रों के माध्यम से साइटोप्लाज्म में स्थानांतरित हो जाते हैं। यद्यपि आरएनए के प्रतिलेखन की मूल विशेषताएं प्रोकैरियोट्स और यूकेरियोट्स के बीच साझा की जाती हैं, यूकेरियोट्स में ट्रांसक्रिप्शन प्रोकैरियोट्स की तुलना में अधिक जटिल है।

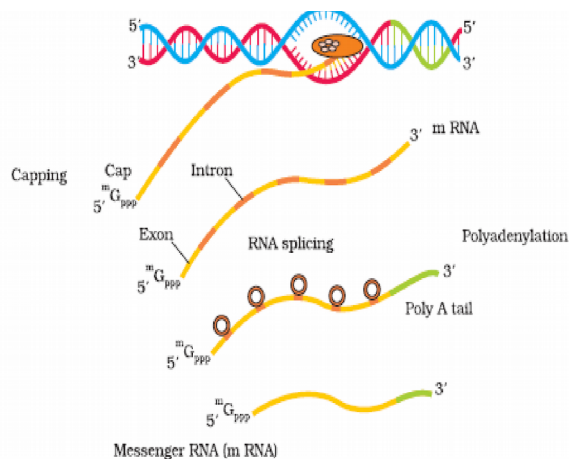
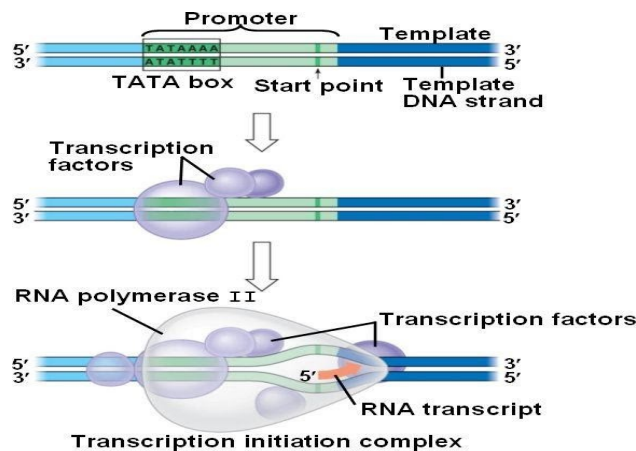


Figure 6.11 Process of Transcription in Eukaryotes

प्रोकैरियोट्स (बैक्टीरिया) और यूकेरियोट्स में ट्रांसक्रिप्शन के बीच अंतर:

ए) आरएनए पोलीमरेज में अंतर:

एक एकल आरएनए पोलीमरेज बैक्टीरिया में सभी प्रकार के आरएनए के प्रतिलेखन में मदद करता है लेकिन यूकेरियोट्स में तीन अलग-अलग आरएनए पोलीमरेज हैं। आरएनए पोलीमरेज- I आरआरएनए (28 एस, 18 एस, और 5.8 एस) के ट्रांसक्रिप्शन में मदद करता है। आरएनए पोलीमरेज-तृतीय

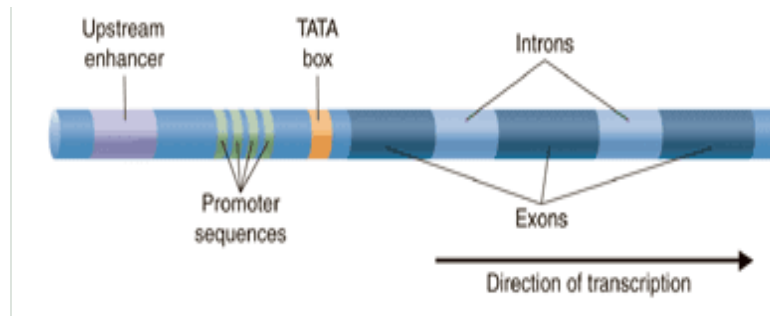


टीआरएनए, 5 एसआरआरएनए, और स्नेना (छोटे परमाणु आरएनएएनए) के प्रतिलेखन को उत्प्रेरित करता है। RNA पोलीमेरेज़- II में mRNA के अग्रदूत के प्रतिलेखन का उल्लेख किया गया है जिसे नाभिकीय परमाणु RNA (hnRNA) hnRNA के रूप में संदर्भित किया गया है (spliced) नाभिक में संसाधित किया जाता है, इंद्रोन्स को हटा दिया जाता है और एक्सोन में शामिल हो जाते हैं और कभी-कभी फेरबदल (वैकल्पिक स्पाइसिंग) किया जाता है। एमआरएनए प्रतिलेख नाभिक से साइटोप्लाज्म में निकलता है। यूकेरियोटिक आरएनए पोलीमेरेज़ को मूल प्रतिलेखन कारकों नामक प्रोटीन के एक सेट की मदद की आवश्यकता होती है क्योंकि वे स्वयं द्वारा प्रतिलेखन शुरू नहीं कर सकते हैं। बुनियादी ट्रांसक्रिप्शन कारकों द्वारा कई कार्य किए जाते हैं जैसे जीन के प्रमोटर क्षेत्रों के लिए बाध्यकारी, दीक्षा स्थल के लिए उपयुक्त आरएनए पोलीमेरेज़ को आकर्षित करने और डीएनए डबल हेलिक्स को आरएनए के पोलीमराइजेशन के लिए आवश्यक आने वाले राइबोन्यूक्लियोटाइड्स तक पहुंचने की अनुमति देने के लिए बुनियादी ट्रांसक्रिप्शन कारकों द्वारा कई कार्य प्रदान किए जाते हैं।

आरएनए के प्रसंस्करण में अंतर:

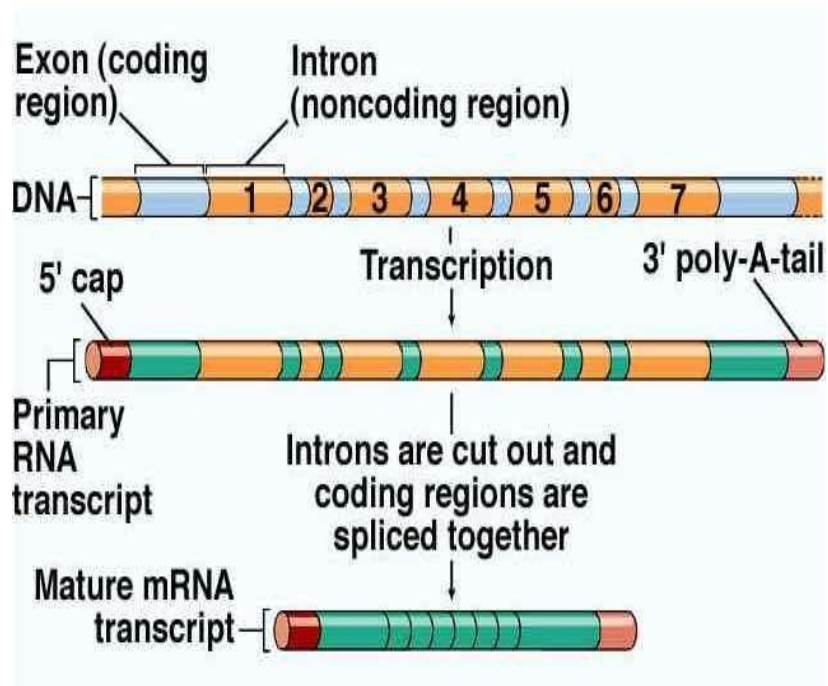
बैक्टीरिया में, कई बार mRNA के पूरी तरह से हस्तांतरित होने से पहले ही कई बार अनुवाद शुरू हो सकता है। ऐसा इसलिए है क्योंकि mRNA को सक्रिय होने के लिए किसी भी प्रसंस्करण की आवश्यकता नहीं होती है। इसके अलावा, बैक्टीरिया में साइटोसोल और न्यूक्लियस का अलगाव नहीं होता है, इसलिए प्रतिलेखन और अनुवाद की प्रक्रिया सेल के साइटोप्लाज्म में होती है और बैक्टीरिया में एक साथ हो सकती है।

यूकेरियोट्स में आरएनए के प्राथमिक प्रतिलेख में इंद्रोन्स और एक्सॉन हैं। अधिकांश यूकेरियोटिक जीन खंडों में विभाजित हैं। डीएनए के फैलाव, जो आरएनए में परिवर्तित हो जाते हैं, लेकिन प्रोटीन में अनुवादित नहीं होते हैं, इन्हें इंद्रॉन कहा जाता है। डीएनए के उन हिस्सों को जो प्रोटीन में अमीनो एसिड के लिए कोड कहते हैं, एक्सॉन कहलाते हैं। स्प्लिट-जीन की व्यवस्था और इंद्रोन्स की उपस्थिति जीनोम की एक प्राचीन विशेषता को दर्शाती है जबकि स्प्लिंग की प्रक्रिया आरएनए-विश्व के प्रभुत्व के बारे में याद दिलाती है। इंद्रॉन को स्पाइसिंग की प्रक्रिया द्वारा हटा दिया जाता है और एक्सप्रोसेस को अनप्रोसेस्ड एचएनआरएनए से संसाधित mRNA प्राप्त करने के लिए शामिल किया जाता है।



अपने प्रसंस्करण के दौरान, hnRNA दो अतिरिक्त प्रक्रिया से गुजरता है जिसे कैपिंग और टेलिंग कहा जाता है। एक असामान्य न्यूक्लियोटाइड, मिथाइल गुआनोसिन ट्राइफॉस्फेट कैपिंग की प्रक्रिया के दौरान hnRNA को 5'-अंत पर जोड़ा जाता है। टेलीनिंग प्रक्रिया के दौरान टेम्प्लेट को स्वतंत्र तरीके से एडिनाइलेट अवशेष (लगभग 200-300) को 3'-अंत पर जोड़ा जाता है।

Introns and Exons (1)



एचएनआरएनए पूरी तरह से संसाधित होने के बाद इसे एमआरएनए कहा जाता है जो अनुवाद के लिए नाभिक से बाहर ले जाया जाता है।

10. सारांश

डीएनए और आरएनए दोनों आनुवंशिक सामग्री के रूप में कार्य करने में सक्षम होते हैं, लेकिन आरएनए डीएनए की तुलना में अधिक प्रतिक्रियाशील और कम स्थिर होता है जिसके कारण डीएनए को एक बेहतर आनुवंशिक सामग्री माना जाता है। हालांकि, जब पृथ्वी पर जीवन विकसित हुआ, तो आरएनए को आनुवंशिक सामग्री के रूप में पसंद किया गया था क्योंकि उस समय प्रचलित स्थितियों के आधार पर आरएनए तीव्र दर से उत्परिवर्तित कर सकता था। आज भी आरएनए प्रोटीन संश्लेषण की प्रक्रिया को अपने दम पर पूरा करने में सक्षम है। लेकिन डीएनए प्रतिकृति की प्रक्रिया द्वारा अपनी प्रतिलिपि बना सकता है जो अर्ध-रूढ़िवादी तरीके से होती है। डीएनए को प्रतिलेखन की प्रक्रिया द्वारा आरएनए को संश्लेषित करने के लिए एक टेम्पलेट के रूप में भी इस्तेमाल किया जा सकता है। प्रतिलेखन की प्रक्रिया डीएनए के प्रतिकृति की प्रक्रिया के रूप में काफी भिन्न होती है। इसके अलावा, प्रतिलेखन की प्रक्रिया भी प्रोकैरियोट्स और यूकेरियोट्स के बीच भिन्न होती है क्योंकि यह प्रोकैरियोट्स की तुलना में यूकेरियोट्स में बहुत अधिक जटिल है।