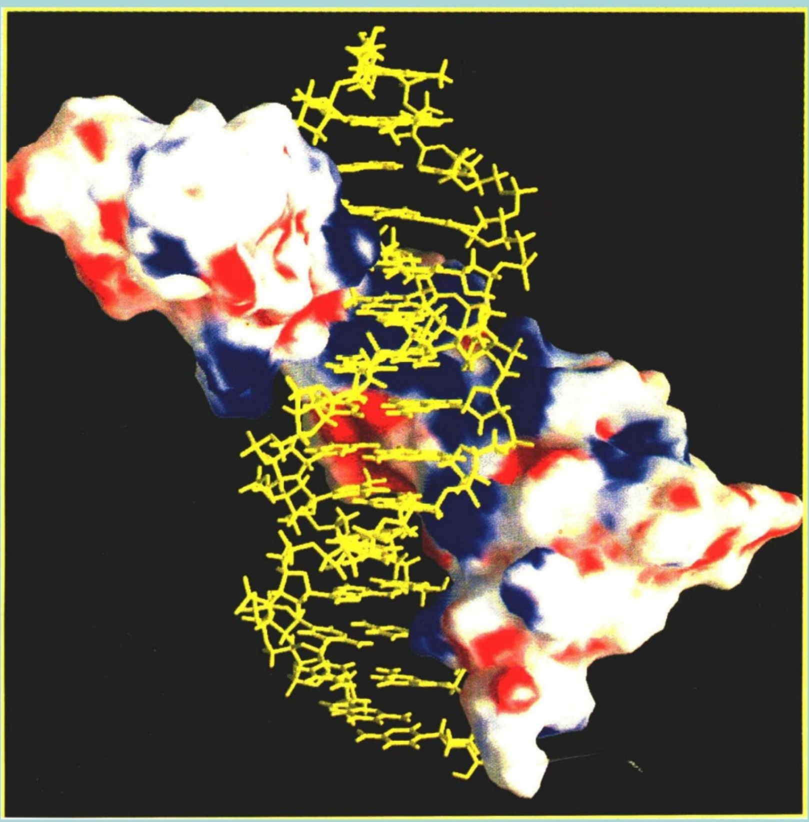
BT-02

वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा



आण्विक जैविकी, सूक्ष्म जैविकी एवं जैव रसायन विज्ञान

1

बी.एससी (प्रथम वर्ष)

BT-02

वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा

आण्विक जैविकी, सूक्ष्म जैविकी एवं जैव रसायन विज्ञान

क्रम सं.	इकाई का नाम	पृष्ठ संख्या
1.	जीवन का आण्विक आधार, जैव अणुओं की संरचना: कार्बोहाइड्रेट, वसा, प्रोटीन, एवं न्यूक्लिक अम्ल जीवन का केन्द्रीय वाद	6–52
2.	असीमकेन्द्रकीयों व ससीमकेन्द्रकीयों में डी.एन.ए. प्रतिलिपिकरण, पुनरुसंयोजन, जीन संरचना, निवेशित तत्व एवं पक्षांतरक	53–82
3.	असीमकेन्द्रकीयों व ससीमकेन्द्रकीयों में अनुलेखन, आनुवांशिक कूट, आर.एन.ए. विभक्तन एवं संपादन	83–99
4.	असीमकेन्द्रकीयों व ससीमकेन्द्रकीयों में अनुवाद, प्रोटीन प्रवरण एवं प्रोटीन वलन का आधारभूत ज्ञान	100–113
5.	असीमकेन्द्रकीयों व ससीमकेन्द्रकीयों में जीन अभिव्यक्ति नियमन	114–131
6.	सूक्ष्म जैविकी : परिचय	132–147
7.	अतिसूक्ष्म जीव	148–191

पाठ्यक्रम अभिकल्प समिति

अध्यक्ष

प्रो. नरेश दाधीच
कुलपति
वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा

विषय समन्वयक

प्रो. सी. के. ओझा
निदेशक
महात्मा गांधी इंस्टीट्यूट ऑफ एप्लाइड साइंसेज, जयपुर (राज.)

सदस्य सचिव / समन्वयक

डॉ. अशोक शर्मा
एसोसिएट प्रोफेसर
वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा

सदस्य

1. **प्रो. जी. एस. रंधावा**
   विभागाध्यक्ष, जैव प्रौद्योगिकी विभाग
   इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, रुड़की (उत्तर प्रदेश)
2. **प्रो. एस. पी. बोहरा**
   विभागाध्यक्ष, वनस्पति शास्त्र विभाग
   जय नारायन व्यास विश्वविद्यालय, जोधपुर (राज.)
3. **प्रो. के. के. शर्मा**
   विभागाध्यक्ष, प्राणीशास्त्र विभाग
   महर्षि दयानन्द सरस्वती विश्वविद्यालय, अजमेर (राज.)
4. **डॉ. कनिका शर्मा**
   सहायक आचार्य, वनस्पति शास्त्र विभाग
   मोहनलाल सुखड़िया विश्वविद्यालय, उदयपुर (राज.)
5. **डॉ. आर. एन. जाट**
   सहआचार्य, गणित विभाग
   राजस्थान विश्वविद्यालय, जयपुर(राज.)
6. **डॉ. अरविन्द पारीक**
   सहायक आचार्य, वनस्पति शास्त्र विभाग
   महात्मा गांधी इंस्टीट्यूट ऑफ एप्लाइड साइंसेज, जयपुर (राज.)

सम्पादन एवं पाठ लेखन

सम्पादक

डॉ. कनिका शर्मा
सहायक आचार्य, वनस्पति शास्त्र विभाग
मोहनलाल सुखड़िया विश्वविद्यालय, उदयपुर

लेखक

1. **डॉ. कनिका शर्मा**
   सहायक आचार्य, वनस्पति शास्त्र विभाग
   मोहनलाल सुखड़िया विश्वविद्यालय, उदयपुर(राज.)
2. **डॉ. अरविन्द पारीक**
   सहायक आचार्य, वनस्पति शास्त्र विभाग
   महात्मा गांधी इंस्टीट्यूट ऑफ एप्लाइड साइंसेज, जयपुर(राज.)
3. **डॉ. सीमा भदौरिया**
   सहायक आचार्य, वनस्पति शास्त्र विभाग
   महात्मा गांधी इंस्टीट्यूट ऑफ एप्लाइड साइंसेज, जयपुर(राज.)

पाठ्यक्रम निर्देशन एवं उत्पादन

निदेशक (अकादमिक)

प्रो. अनाम जेटली
वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा

निदेशक (सामग्री उत्पादन एवं वितरण विभाग)

प्रो. पी. के. शर्मा
वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा

उत्पादन - जुलाई, 2007

सर्वाधिकार सुरक्षित : इस सामग्री के किसी भी अंश की वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा की लिखित अनुमति के बिना किसी भी रूप में मिमियोग्राफी (चक्रमुद्रण) के द्वारा या अन्यथा पुनः प्रस्तुत करने की अनुमति नहीं है।

निदेशक (अकादमिक) द्वारा वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा के लिए मुद्रित एवं प्रकाशित

प्रस्तावना

यह पुस्तक वर्धमान माहावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा के बी.एससी. प्रथम वर्ष, जैव प्रौद्योगिकी द्वितीय प्रश्न पत्र के पाठ्यक्रम के अनुसार लिखी गई है।

वर्तमान समय में जैव प्रौद्योगिकी के बढ़ते उपयोग के साथ- साथ आणविक जैविकी, सूक्ष्म जैविकी और रसायन ने जैव नये आयामों में प्रवेश किया है । प्रस्तुत पुस्तक इन्हीं विषयों की स्नातक स्तर पर आवश्यक अध्ययन की जरूरत को पूरा करने का प्रयास है ।

पुस्तक की भाषा यथासंभव सरल और सारगर्भित रखी गई है । तकनीकी हिन्दी शब्द, भारत सरकार द्वारा प्रकाशित पारिभाषिक वैज्ञानिक शब्दावली से लिए गए है, यथास्थान कोष्ठक में अंग्रेजी शब्द भी दिये गए है जो विद्यार्थी के लिए उपयोगी सिद्ध होंगे ।

पुस्तक को यथासम्भव त्रुटिरहित रखने का प्रयास किया गया है फिर भी मानव स्वभाव जनित त्रुटियाँ रहना संभव है । विद्वाजनों से इस हेतु सुझाव आमंत्रित है।

इकाई 1

जीवन का आणविक आधार, जैव अणुओं की संरचना : कार्बोहाइड्रेट, वसा, प्रोटीन एवं न्यूक्लिक अम्ल, जीवन का केन्द्रीय वाद

MOLECULAR BASIS OF LIFE, STRUCTURE OF BIOMOLECULES: CARBOHYDRATES PROTEINS LIPIDS AND NUCLEIC ACIDS, CENTRAL DOGMA OF THE LIFE

इकाई की रूपरेखा

1.0 उद्देश्य

1.1 प्रस्तावना

1.2 जीवन का आण्विक आधार

1.2.1 जैव अणु- कार्बन के विभिन्न क्रियात्मक समूहों के साथ व्यवस्थित यौगिक

1.2.2 वृहत अणु- कोशिका के मुख्य घटक

1.3 कार्बोहाइड्रेट

1.3.1 मोनोसैकेराइड्स

1.3.2 वर्ग तथा नाम पद्धति

1.3.3 कार्यिकीय महत्व की सरल शर्करायें

1.4 डाइसेकेराइड्स

1.5 पोलीसेकेराइड्स

1.6 लिपिड्स

1.6.1 लिपिड्स का वर्गीकरण

1.6.2 सरल लिपिड्स

1.6.3 यौगिक लिपिड्स

1.6.4 वसा अणु का संश्लेषण

1.7 प्रोटीन्स

1.7.1 अमीनो अम्ल का रसायनिक संगठन

1.7.2 उभयधर्मी गुण

1.8 अमीनो अम्लो का वर्गीकरण

1.9 अनिवार्य तथा अनावश्यक अमीनो अम्ल
1.10 प्रोटीनों अणुओं का संरूपण
1.10.1 प्राथमिक रचना
1.10.2 द्वितीयक रचना
1.10.3 तृतीयक रचना
1.10.4 चतुर्थक रचना
1.11 प्रोटीन्स का वर्गीकरण
1.12 न्यूक्लिक अम्लो की संरचना
1.13 डीऑक्सीराइबोन्यूक्लिक अम्ल
1.13.1 अनआनुवांशिक RNA
1.13.2 अआनुवांशिक RNA
1.14 Z-DNA
1.15 केंद्रीय डोग्मा अवधारणा
1.15.1 आनुवंशिकी सूचनाओं के सम्प्रेषण की अवधारणाएँ
1.16 सारांश
1.17 शब्दावली
1.18 संदर्भ ग्रन्थ
1.19 बोध प्रश्नों के उत्तर
1.20 अभ्यासार्थ प्रश्न

1.0 उद्देश्य (Objective) :

इस इकाई के अध्ययन के पश्चात् आप निम्न तथ्यों से अवगत हो जायेंगे कि

1. विभिन्न अणु मिलकर किस प्रकार जीवन हेतु आधार तैयार करते हैं।
2. किस प्रकार जैव अणुओं की परस्पर अन्योन्य क्रिया के फलस्वरूप संरचनात्मक, क्रियात्मक एवं आनुवांशिक आधार प्रदान करते हैं।
3. विभिन्न जैव अणु उपापचयी क्रिया कारकों एवं उत्पादों का निर्माण करते हैं।
4. सजीवों में सूचनाओं का संग्रहण एवं संचरण होता है।

1.1 प्रस्तावना (Introduction) :

विभिन्न अणु मिलकर सजीवों के लिए आण्विक आधार तैयार करते हैं। सजीवों में मुख्य रूप से आण्विक इकाई के रूप में कार्बन उपस्थित है क्योंकि कार्बन, हाइड्रोजन के साथ एकल बन्ध तथा ऑक्सीजन व नाइट्रोजन के साथ द्विबन्ध बनाने में सक्षम है। जीव विज्ञान में ज्यादातर जैव अणु वृहत्त अणु है जो सामान्य पूर्ववर्ती अणुओं के बहुलक होते हैं। प्रोटीन, न्यूक्लिक अम्ल, पॉलीसैकेराइड्स, वसा मुख्य जैव अणु हैं, जो सजीवों की मुख्य संरचनात्मक एवं क्रियात्मक इकाई बनाते हैं। जन्तु कोशिकाओं में कार्बोहाइड्रेट, ग्लूकोस व ग्लाइकोजन के रूप में जबकि पौधों में सैल्यूलोज एवं स्टार्च के रूप में उपस्थित होता है। कार्बोहाइड्रेट्स मुख्य रूप से तीन समूहों मोनोसैकेराइड्स डाइसैकेराइड्स तथा पॉलीसैकेराइड्स में विभक्त होते हैं। राइबोस तथा डीऑक्सी राइबोस जैविक रूप से महत्वपूर्ण मोनोसैकेराइड हैं। लिपिड, यौगिकों का ऐसा समूह है जो

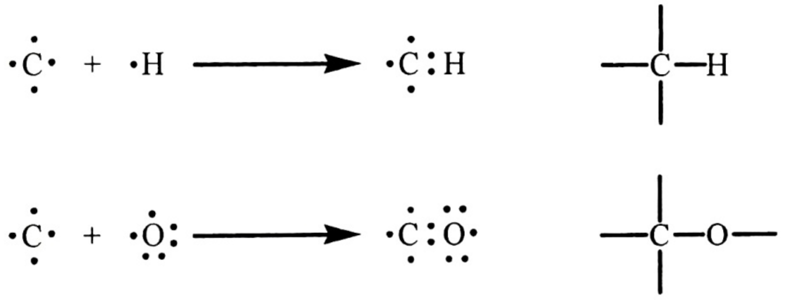
कार्बनिक विलायकों में विलयशील हैं। वसा, तेल तथा मोम सरल वसायें हैं जबकि फॉस्फोलिपिड, ग्लायकोलिपिड सल्फोलिपिड एवं लाइपोप्रोटीन यौगिक वसायें है। जिनमें वसीय अम्लों तथा एल्कोहॉल के साथ कुछ अतिरिक्त समूह भी पाये जाते हैं। लगभग सभी जैविक प्रक्रियाओं में प्रोटीन महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। अमीनो अम्ल, प्रोटीन की संरचनात्मक इकाई हैं। जीवाणु से मनुष्य तक सभी जातियों में प्रोटीन, 20 प्रकार के अमीनो अम्लों से मिलकर बने होते हैं। प्रोटीन की त्रिविमिय संरचना इनके क्रियात्मक स्वरूप के लिए आवश्यक होती है।

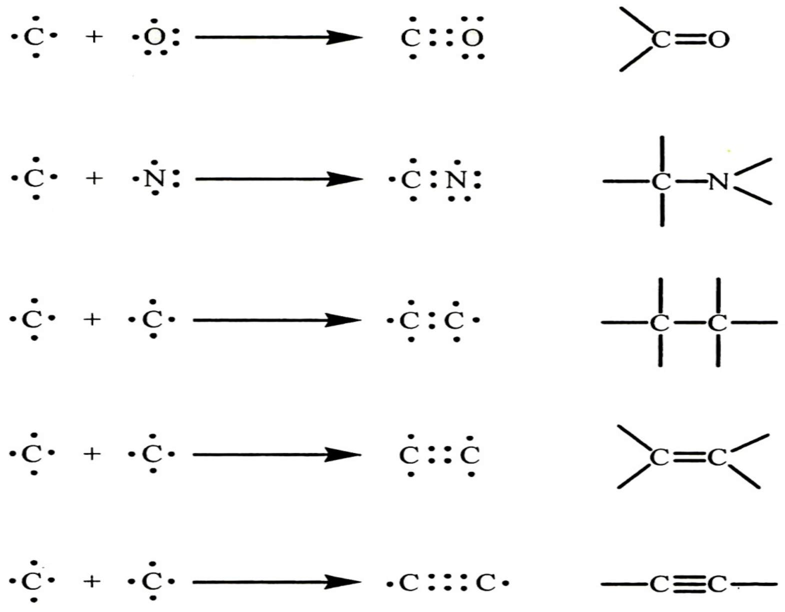
न्यूक्लिक अम्ल की संरचनात्मक इकाई न्यूक्लियोटाइड होते है। एक न्यूक्लियोटाइड, नाइट्रोजन क्षारक पेन्टोज शर्करा तथा अकार्बनिक फॉस्फेट समूह से बने होते हैं। दो प्रकार के नाइट्रोजन क्षारक प्यूरीन्स (एडिनीन तथा ग्वानीन) तथा पिरिमिडिन्स (साइटोसीन तथा थाइमीन) पाये जाते हैं। RNA में थायमीन के स्थान पर यूरेसिल पाया जाता है। DNA में डीऑक्सीराइबोस शर्करा जबकि RNA में राइबोस शर्करा पाई जाती है। DNA द्विकुण्डलित संरचना बनाता है, जिसमें दो सूत्रों के नाइट्रोजन क्षारक अणु के केन्द्र में उपस्थित होते हैं। फॉस्फेट समूह एवं शर्करा कुण्डल का परिधीय भाग बनाते हैं।

DNA, RNA एवं प्रोटीन अणुओं के पारस्परिक सम्बन्धों को केन्द्रीय डोग्मा अवधारणा द्वारा स्पष्ट किया जा सकता है। प्रोटीन संश्लेषण के लिए आनुवांशिक संदेशों का संचरण केवल एक दिशा में होता है, जिसे केन्द्रकीय डोग्मा कहते हैं।

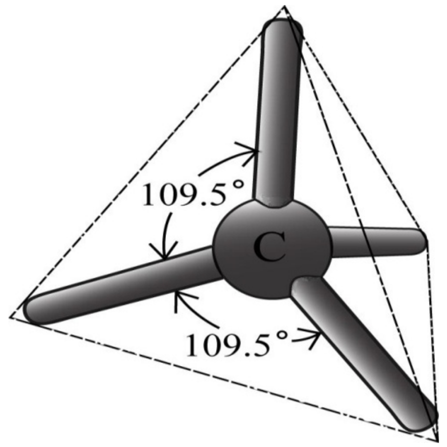
1.2 जीवन का आण्विक आधार (Molecular Basis of Life)

सजीवों का रासायनिक अध्ययन कार्बन के चारों ओर व्यवस्थित होता है, क्योंकि इनमें आधे से ज्यादा कोशिकीय भार कार्बन का होता है। कार्बन, हाइड्रोजन के साथ एकल बन्ध तथा ऑक्सीजन व नाइट्रोजन के साथ द्विबन्ध बना सकता है। जीव विज्ञान में कार्बन अणु की महत्ता, उसके द्वारा बनाया जाने वाला स्थायी कार्बन-कार्बन एकल बन्ध है। एक कार्बन अणु चार दूसरे कार्बन अणु के साथ एकल बन्ध बना सकता है। दो कार्बन अणु दो (अथवा तीन) इलैक्ट्रॉन युग्म के साथ साझा कर, द्विबन्ध (अथवा त्रिबन्ध) बना सकते हैं। एक कार्बन अणु चार एकल बन्ध बनाते हुए टेट्राहेड्रिली (tedrahedrally) रूप से विन्यासित होता है, जिसमें किन्हीं दो बन्ध के बीच लगभग 105.5° का कोण बनता है।





कार्बन के विभिन्न प्रकार के बंधन



चित्र 1.1- कार्बन का समचतुष्कोणीय

1.2.1 जैवअणु - कार्बन के विभिन्न क्रियात्मक समूहों के साथ व्यवस्थित यौगिक (Biomolecules-Compound of Carbon with a Variety of Functional Group)

जैव अणुओं में कार्बन अणु सहसंयोजक (covalent) बन्ध द्वारा बन्धित होकर रेखीय श्रृंखला, शाखित श्रृंखला अथवा वलयाकार संरचना बना सकते हैं। इन कार्बन संरचना के साथ जब दूसरे अणु के समूह जुड़ते हैं, तो इन्हें क्रियात्मक समूह (functional group) कहते हैं, इनकी उपस्थिति किसी अणु की रासायनिक संरचना को विशिष्ट बनाती है।

अधिकतम जैव अणु हाइड्रोकार्बन के व्युत्पन्न होते हैं, जिनमें हाइड्रोजन अणु अलग-अलग क्रियात्मक समूह द्वारा विस्थापित होकर विभिन्न प्रकार के कार्बनिक यौगिक बनाते हैं। जिनमें से कुछ निम्न हैं -

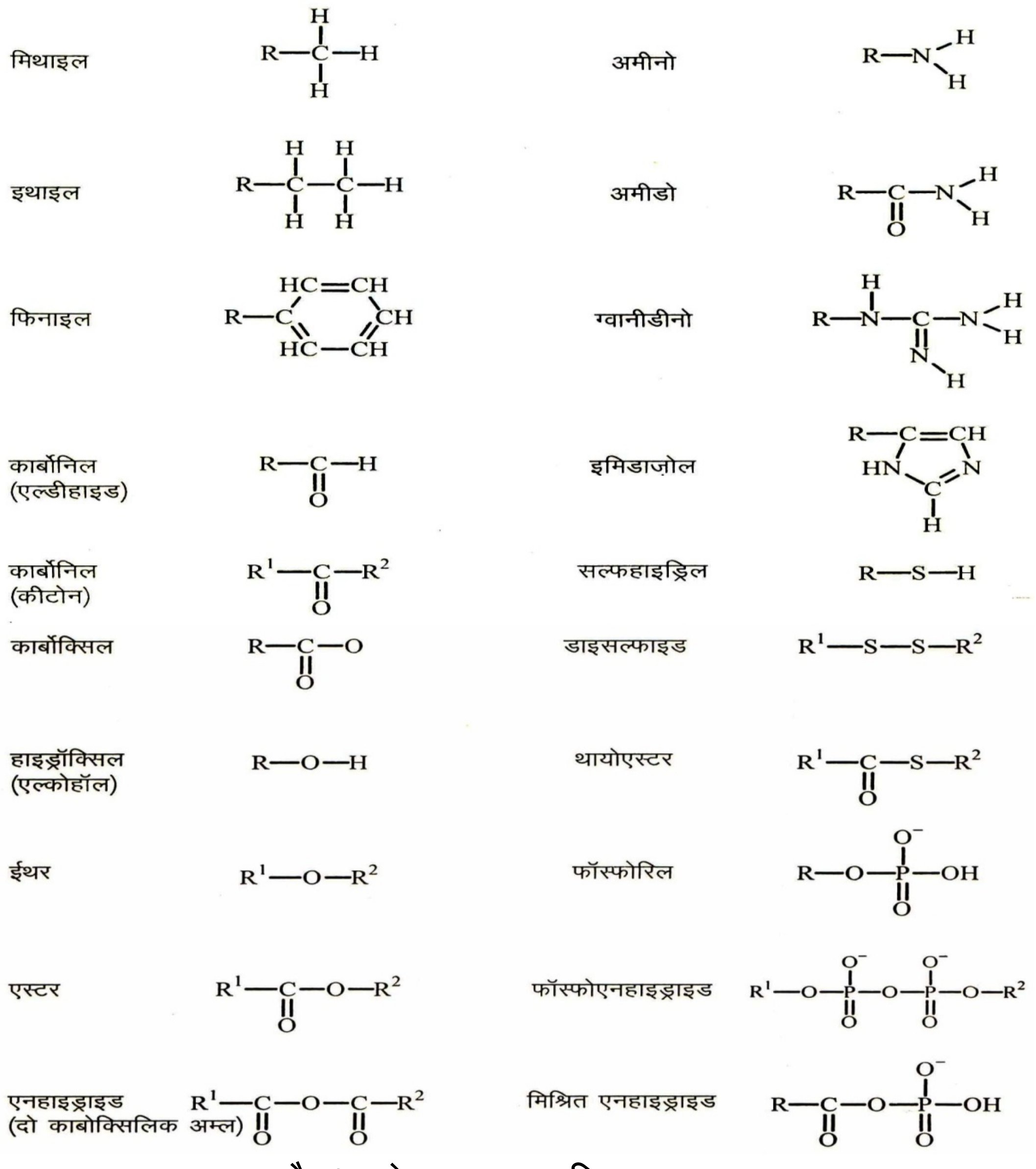
(i) एल्कोहॉल - जिनमें एक या अधिक हाइड्रोकार्बन समूह उपस्थित हों।

(ii) एमीन - जिनमें एमीनो समूह उपस्थित हों।

(iii) एल्डीहाइड तथा कीटोन - जिनमें कार्बोनिल समूह उपस्थित हों।

(iv) कार्बोक्सिलिक अस्त - जिनमें कार्बोक्सिलिक समूह उपस्थित हों।

बहुत से ऐसे जैव अणु ज्ञात हैं, जो बहुक्रियात्मक (polyfunctional) होते हैं, क्योंकि इनमें दो या अधिक प्रकार के क्रियात्मक समूह उपस्थित होते हैं। किसी यौगिक की 'रासायनिक विशिष्टता' उसके क्रियात्मक समूह की संरचना तथा त्रिविमिय (three dimentional) विन्यास में उसकी स्थिति पर निर्भर करती है।



जैव अणु के कुछ सामान्य क्रियात्मक समूह

यदि कोशिकाओं का जल में विलेय प्रावस्था (cytsol) का अध्ययन किया जाये तो 100 से 200 प्रकार के विभिन्न छोटे-छोटे कार्बनिक अणु प्राप्त होंगे, ये अणु लगभग सभी महत्वपूर्ण कोशिकीय

चक्रों में "केन्द्रीय उपापचयी अणु" (central metabolites) के रूप में लगभग सभी कोशिकाओं में पाये जाते हैं। इन अणुओं में, सामान्य अमीनो अम्ल, न्यूक्लियोटाइड, शर्करा, फॉस्फीकृत व्युत्पन्न तथा कार्बोक्सिलिक अम्ल भी उपस्थित होते हैं। ये अणु ध्रुवीय, आवेशित, जल में विलेय तथा माइक्रोमोलर से मिलीमोलर सान्द्रताओं में उपस्थित होते हैं। कोशिका में ये अणु प्लाज्मा झिल्ली के अपारगम्य (impermeable) गुण के कारण उपस्थित होते है। कुछ दूसरे छोटे जैव अणु विशिष्ट प्रकार की कोशिकाओं में ही पाये जाते हैं। जैसे - संवहनी पादपों (vascular plants) में "द्वितीयक मेटाबोलाइट्स" (secondary metabolites) पाये जाते हैं, जो पादप-जीवन में विशिष्ट भूमिका प्रदर्शित करते हैं। इन मेटाबोलाइट्स में ऐसे यौगिक होते हैं, जो पादपों में विशिष्ट सुगन्ध के लिए उत्तरदायी होते हैं। ऐसे यौगिक मॉरफीन, क्विनीन, निकोटीन तथा कैफीन होते हैं, जिनकी पादपों में उपस्थिति मनुष्य के लिए उपयोगी सिद्ध हुई है। किसी कोशिका में सभी सूक्ष्म अनु का संग्रहण कोशिकीय मेटाबोलोम (metabolome) कहलाता है।

1.2.2 वृहत्तअणु - कोशिका के मुख्य घटक (Macromolecule- Major Constituents of Cells)

अधिकतर जैव अणु वृहत्त अणु होते हैं, जो सामान्य पूर्वावर्ती (precursors) अणुओं के बहुलक (polymer) होते हैं। प्रोटीन, न्यूक्लिक अम्ल, तथा पॉलीसैकेराइड्स अपेक्षाकृत छोटे अणुओं (जिनका आण्विक भार 500 या उससे कम होता है) के बहुलकीकरण से संश्लेषित होते हैं। बहुलकीकृत इकाईयों की संख्या दस से कई लाख तक हो सकती है। किसी कोशिका में वृहत्तअणु का संश्लेषण काफी 'ऊर्जा ह्रासित प्रक्रिया' (energy consuming activity) है। यह ही एकत्रित होकर अधिवृहत्त अणु जटिल (supramolecular complex) जैसी क्रियात्मक इकाई वृहत्तअणु जैसे राइबोसोम बनाते हैं।

प्रोटीन, अमीनो अम्ल का बहुलक है, जो कोशिका में जल के पश्चात् सर्वाधिक मात्रा में उपस्थित होता है। कुछ प्रोटीन अपने उत्प्रेरक गुणों की वजह से एन्जाइम के रूप में सक्रिय होते हैं। कुछ प्रोटीन, संरचनात्मक तत्वों. (Structural elements), संकेत ग्राही (signal receptors) तथा ट्रांसपोटर्स के रूप में उपस्थित होते हैं।

न्यूक्लिक अम्ल, DNA अथवा RNA न्यूक्लियोटाइड के बहुलक होते है। ये आनुवंशिक सूचनाओं का संग्रहण तथा स्थानान्तरण एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में करते हैं। पॉलीसैकेराइड्स साधारण शर्करा जैसे ग्लूकोज के बहुलक है। इनके दो महत्त्वपूर्ण कार्य हैं

(i) ये ऊर्जा उत्पादक की तरह कार्य करते हैं।

(ii) ये बाह्मकोशिकीय संरचनात्मक इकाई बनाते हैं, जिनमें प्रोटीन के लिए विशिष्ट बन्धन स्थल उपस्थित होते हैं।

लिपिड, वसीय हाइड्रोकार्बन व्युत्पन्न होते हैं। ये प्लाज्मा झिल्ली के संरचनात्मक घटक, ऊर्जा उत्पादक, वर्णक तथा अन्तः कोशिकीय संकेतों के रूप में कार्य करते हैं।

प्रोटीन, न्यूक्लियोटाइड, पॉलीसैकेराइड तथा लिपिड में एकलकी इकाइयों की संख्या काफी अधिक होती है। इनका आण्विक भार भी 5000 से कई लाख तक हो सकता है। प्रोटीन तथा न्यूक्लिक अस्त सूचनात्मक वृहत अणु (informational macromolecules) हैं। प्रत्येक प्रोटीन तथा

प्रत्येक न्यूक्लिक अम्ल में विशिष्ट सूचना के लिए विशिष्ट अनुक्रम उपस्थित होते हैं। कुछ ऑलिगोसैकेराइड्स (oligosaccharides) जिनमें 6 या अधिक विभिन्न प्रकार की शर्कराएं, शाखित श्रृंखला में उपस्थित होती है, भी सूचनाओं का वहन करती हैं।

सारणी 1 - ई. कोलाई कोशिका में मुख्य आण्विक घटक

	कोशिका के कुल भार का प्रतिशत	विभिन्न अणुओं की लगभग संख्या
जल	70	1
प्रोटीन	15	3,000
न्यूक्लिक अम्ल - DNA	1	1
न्यूक्लिक अम्ल - RNA	6	73000
पॉलीसैकेराइड	3	5
लिपिड	2	20
मोनोमेरिक उपइकाई	2	500
अकार्बनिक आयन	1	20

बोध प्रश्न

1. कार्बन अणु दूसरे अणुओं के साथ कौनसा बन्ध बनाते हैं ?

………………………………………………………………………………………………………

2. हाइड्रोकार्बन उपस्थित होने पर, उस समूह को क्या कहते है ?

………………………………………………………………………………………………………

3. वृहत्त अणु क्या होते हैं ?

………………………………………………………………………………………………………

1.3 कार्बोहाइड्रेट्स (Carbohydrates) :

कार्बोहाइड्रेट्स को पॉलीहाइड्रिक (एक से अधिक -OH समूह) एल्कोहॉल के एल्डीहाइड या कीटोन व्युत्पन्न माना जाता है। यह समूह कार्बन, हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन के बने होते हैं। प्राणि कोशिकाओं में कार्बोहाइड्रेट, ग्लूकोज व ग्लाइकोजन के रूप में होते हैं। जबकि पौधों में सैल्यूलोज तथा स्टार्च इनके मुख्य प्रतिनिधि हैं।

वर्गीकरण (Classification)

कार्बोहाइड्रेट्स को मुख्य तीन समूहों में वर्गीकृत किया है -

I मोनोसैकेराइड्स (Monosaccharides)

II डाइसैकेराइड्स (Disaccharides)

III पॉलीसैकेराइड्स (Polysaccharides)

1.3.1 मोनोसैकेराइड्स (Monosaccharaides)

ये सरल शर्कराएं हैं, जो जल अपघटन (hydrolysis) के द्वारा आगे अपघटित नहीं की जा सकती। सामान्य सूत्र $C_nH_{2n}O_6$ उदा. - ग्लीसरेल्डीहाइड व डाइहाइड्रॉक्सी एसीटोन।

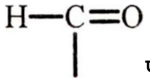
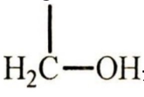
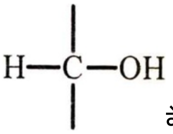
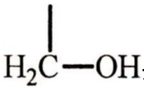
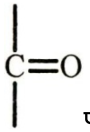
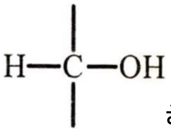
1.3.2 वर्ग तथा नाम पद्धति (Classes & Nomenclature)

कार्बन परमाणु की संख्या के आधार पर इनको वर्गीकृत किया गया है उदाहरण ट्रायोज, टेट्रोफेज, पेन्टोज, हैक्सोज। इनके अलावा कीटोन तथा एल्डीहाइड क्रियात्मक समूह के आधार पर इनको कीटोज तथा एल्डोलेज कहा जाता है।

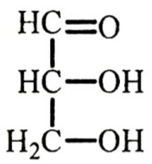
* प्राथमिक एल्कोहॉल के उपांतस्थ (subterminal) कार्बन परमाणु पर उपस्थित H तथा OH समूह की उपस्थिति के आधार पर इन्हें दक्षिण ध्रुवण गुणांक श्रृंखला तथा वाम ध्रुवण गुणांक में विभक्त किया गया है।
* यदि OH समूह सबटर्मिनल कार्बन के दायीं ओर उपस्थित हो तो इसे दक्षिण ध्रुवण गुणांक (dextrorotatory) तथा यदि यह बांयी ओर उपस्थित हो तो इसे वाम ध्रुवण गुणांक (levorotatory) शर्करा कहा जाता है।

  प्रकृति में अधिकांश D विन्यास वाली शर्करा पायी जाती है।

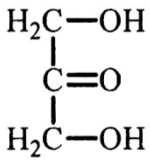
वर्ग	सूत्र	एल्डोजेज़ (Aldoses)	कीटोजेज़ (Ketoses)
ट्राइओजेज़ (Trioses)	$(C_3H_6O_3)$	ग्लीसरेल्डीहाइड (Glyceraldehyde)	डाइहाइड्रॉक्सीएसिटोन (Dihydroxyacetone)
टेट्रोजेज़ (Tetroses)	$(C_4H_8O_4)$	एरिथ्रोज़ (Erythrose)	एरिथ्रूलोज़ (Erythrulose)
पेन्टोजेज़ (Pentoses)	$(C_5H_{10}O_5)$	राइबोज़ (Ribose)	रिब्युलोज़ (Ribulose)
हेक्सोजेज़ (Hexoses)	$(C_6H_{12}O_6)$	ग्लूकोज (Glucose)	फ्रक्टोज़ (Fructose)

यदि शर्करा के पहले कार्बन पर एक स्वतन्त्र -H पाया जाये तो वह एल्डोज शर्करा कहलाती है। कार्बन संख्या 1 की स्थिति में यदि $-CH_2OH$ समूह लगा हो तो ऐसी शर्करा को कीटोज कहते हैं। एल्डोज शर्करा के अणु के एक सिरे पर सदैव एल्डीहाइड समूह  पाया जाता है जबकि दूसरे सिरे पर  समूह लगा होता है तथा बीच के सारे कार्बन परमाणुओं पर H और O,  के रूप में लगे रहते हैं। इसके विपरीत कीटोज शर्करा में अणु के दोनों सिरों पर  समूह तथा कार्बन संख्या 2 को स्थिति में एक कीटोन समूह  पाया जाता है। शेष कार्बन परमाणुओं पर H और O,  के ढंग से लगे रहते हैं।

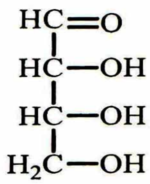
एल्डोजेज (Aldoses) | कीटोजेज (Ketoses)



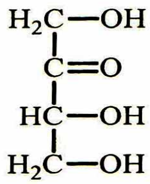
ग्लीसरेल्डीहाइड
(Glyceraldehyde)



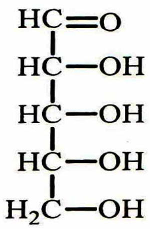
डाइहाइड्रॉक्सीऐसिटोन
(Dihydroxyacetone)



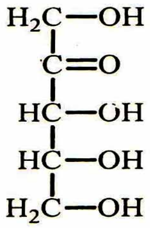
एरीथ्रोज
(Erythrose)



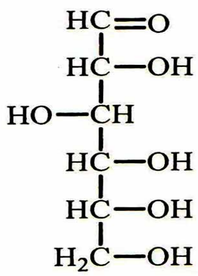
एरीथ्रूलोज़
(Erythrulose)



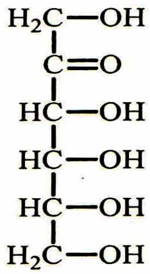
राइबोज़
(Ribose)



रिब्युलोज़
(Ribulose)



ग्लूकोज़
(Glucose)



फ्रक्टोज़
(Fructose)

1.3.3 कार्यिकीय महत्व की सरल शर्करायें (Monosaccharides of Physiological Importance)

(अ) **ट्राइओजेज़ (Trioses)** - ये प्राणियों में हेक्सोजेज के उपापचयी विघटन (metabolic breakdown) से बनते हैं। इनके उदाहरण ग्लीसरेल्डीहाइड तथा डाईहाइड्रोक्सीऐसीटोन हैं।

(ब) **पेन्टोजेज़ (Pentoses) -** ये न्यूक्लिक अम्ल तथा अनेक सह-एन्जाइम (coenzymes) की रचना में महत्वपूर्ण है। कुछ विशेष उपापचयी (metabolic) क्रियाओं में यह मध्यवर्ती (intermediate) पदार्थ के रूप में बनते हैं।

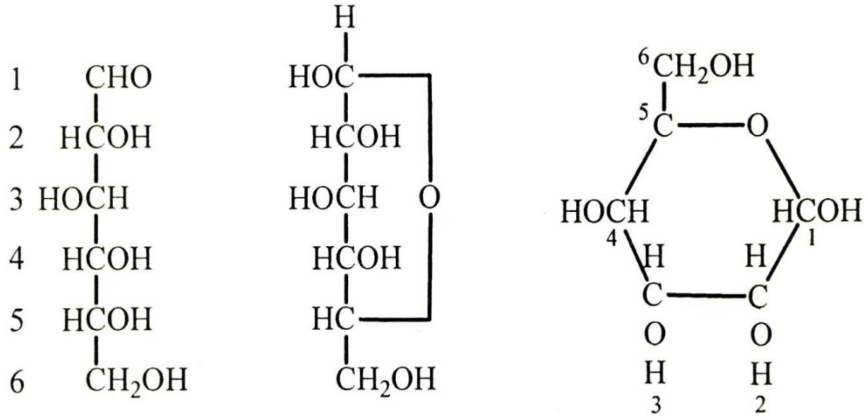
(i) **राइबोज़ (Ribose)** - यह ATP, न्यूक्लिक अम्लों एवं NAD, NADP तथा फ्लेवोप्रोटीन्स (flavoproteins) जैसे सहएन्जाइमों का रचनात्मक अवयव है।

(ii) **राइब्यूलोलोज (Ribulose) -** हैक्सोज मोनोफॉस्फेट शन्ट द्‌वारा ग्लूकोज के विघटन में यह एक मध्यवर्ती (intermediate) पदार्थ के रूप में बनती है।

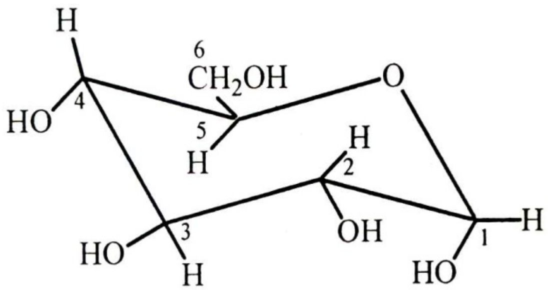
(iii) **एरेबिनोज (Arabinose) एवं जाइलोज (Xylose)-** ये शर्कराएँ बबूल, बेर व चैरी से मिलने वाले गोंद से प्राप्त की जाती है।

(स) हैक्सोजेज (Hexoses)

(i) ग्लूकोज (Glucose) - ये स्टार्च, गन्ने की शक्कर, माल्टोज तथा लैक्टोज के जल अपघटन (hydrolysis) द्‌वारा बनता है। रक्त में ग्लूकोज की सामान्य मात्रा 80 से 120 mg/100 ml होती है। जब रक्त शर्करा का स्तर रीनल थ्रेशोल्ड अर्थात् 180mg/100 ml से बढ़ जाता है, तब मूत्र के साथ ग्लूकोज आना आरम्भ हो जाता है, यह स्थिति शर्करामेह (glycosuria) कहलाती है। ग्लूकोज की संरचना को श्रृंखला (chain) या वलय (ring) के रूप में प्रदर्शित किया गया है।



ग्लूकोज के विभिन्न रासायनिक सूत्र



ग्लूकोज का कुर्सी रूप

(ii) फ्रक्टोज (Fructose) - प्रकृति में यह फलों के रस तथा शहद में पायी जाती है। यकृत तथा आंतों में फ्रक्टोज, ग्लूकोज में परिवर्तित हो सकती है, अत: यह कोशिकीय उपापचय में महत्वपूर्ण भाग लेती है।

(iii) **गैलेक्टोज (Galactose)** - यह ग्लाइकोलिपिड्स एवं ग्लाइकोप्रोटीन्स दोनों में पाया जाता है। यह स्तन ग्रन्थियों में संश्लेषित होती है एवं इसके जल अपघटन से दूध की लैक्टोज बनती है। यकृत में जाकर यह ग्लूकोज में परिवर्तित हो जाता है।

(iv) **मैन्नोज (Mannose) -** यह पादपों तथा गोंद के जल अपघटन से प्राप्त की जाती है। यह शर्करा प्राय: ग्लाइकोप्रोटीन में पायी जाती है एवं एल्बयुमिन्स, ग्लोब्युलिन्स एवं म्यूकोप्रोटीन्स की रचना में भाग लेती है।

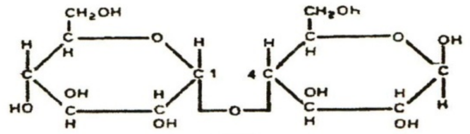
1.4 डाइसैकेराइड्स (Disaccharides) :

मोनोसैकेराइड्स के दो अणुओं के ग्लाइकोसाइडिक बन्धन (glycosidic linkage) द्‌वारा परस्पर संयोजित होने के फलस्वरूप डाइसैकेराइड शर्करा का एक अणु बनता है। इस संयोजन में जल का एक अणु निकल जाता है, इसलिए इस क्रिया को निर्जलीकरण (dehydration) कहते हैं। डाइसैकेराइड्स का सामान्य सूत्र $C_n(H_2O)_{n-1}$ है। कार्यिकीय दृष्टि से महत्वपूर्ण डाइसैकेराइड्स - माल्टोज, लैक्टोज, सूक्रोज तथा ट्रिहैलोज है।

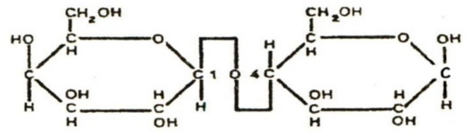
(i) **माल्टोज (Maltose) -** यह ग्लूकोज के दो अणु से बनता है, जो आपस में 1,4 ग्लाइकोसाइडिक बन्ध द्‌वारा बन्धित रहते हैं। इसके जल अपघटन से ग्लूकोज के दो अणु मिलते हैं।

(ii) **लैक्टोज (Lactose) -** यह केवल स्तनियों में पायी जाने वाली शर्करा है, जिसकी मात्रा दूध में लगभग 5 प्रतिशत होती है। जल अपघटन होने पर लैक्टोज, एक अणु गैलेक्टोज तथा एक अणु ग्लूकोज में अपघटित हो जाता है।

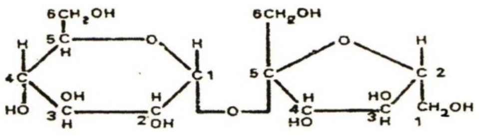
(iii) **सुक्रोज (Sucrose) -** सुक्रोज, एक अणु ग्लूकोज तथा एक अणु फ्रक्टोज का बना होता है। सुक्रोज के जल अपघटन को 'सुक्रोज का प्रतिलोमन" (inversion of sucrose) कहते हैं, इस प्रतिक्रिया के दौरान घूर्णन (rotation) का चिन्ह धनात्मक (dextro-) से ऋणात्मक (levo-) की ओर बदल जाता है। यह अभिक्रिया इन्वर्टेज (invertase) एन्जाइम से उत्पेरित होती है। इस प्रकार प्राप्त ग्लूकोज व फ्रक्टोज की समान मात्रा वाले मिश्रण को प्रतीप शर्करा (invert sugar) कहते है, जो सुक्रोज से अधिक मीठी होती है।



MALTOSE



LACTOSE



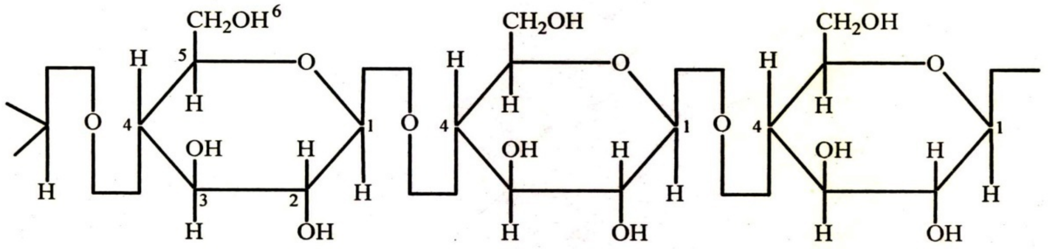
SUCROSE

(iv) **ट्रिहैलोज (Trehalose) -** यह कीट हीमोलिम्फ की मुख्य शर्करा है, पादप जगत में यह कवक तथा यीस्ट में पाई जाती है।

1.5 पॉलीसैकेराइड्स (Polysaccharides) :

पॉलीसैकेराइड्स के एक अणु के जल अपघटन से मोनोसैकेराइड्स के 6 अणु प्राप्त होते हैं। इनका सामान्य सूत्र $(C_6H_{10}O_5)_n$ है, कुछ पॉलीसैकेराइड्स सीधी श्रृंखला वाले एवं अन्य शाखित बहुलक (branched polymer) होते है। मोनोसैकेराइड एकक, ग्लाइकोसाइडिक बन्ध (glycosidic linkage) द्वारा संयोजित होकर पॉलीसैकेराइड अणु बनाते हैं। निम्न संरचनाएं पॉलीसैकेराइड के महत्वपूर्ण उदाहरण हैं -

(i) सैल्यूलोज (Cellulose) - महत्वपूर्ण पॉलीसैकेराइड, जो पौधों की कोशिका भित्ति में पाया जाता है। सबसे अच्छा उदाहरण रूई (cotton) है, जिसमें लगभग 90% सैल्यूलोज होता है। यह आयोडीन के साथ कोई रंग नहीं देता तथा साधारण विलायकों में घुलनशील नहीं है। सैल्यूलोज में ग्लूकोज की लगभग 2000 इकाईयाँ एक सीधी श्रृंखला में संयोजित होती है। श्रृंखला में उपस्थित ग्लूकोज अणु 1,4-ग्लाइकोसाइडिक बन्ध द्वारा बन्धित रहते हैं जिसमें एक ग्लूकोज अणु का प्रथम कार्बन परमाणु दूसरे ग्लूकोज के चौथे कार्बन से संयोजित रहता है।



सैल्यूलोज की 'रासायनिक संरचना

(ii) स्टार्च (Starch) - यह अन्न (cerals), दालों, आलू तथा अनेक सब्जियों में पाया जाता है। प्राकृतिक स्टार्च पानी में अघुलनशील है तथा आयोडीन के साथ नीला रंग देता है। स्टार्च दो यौगिकों का सम्मिश्रण हैं -

(अ) एमाइलेज (Amylose) - शाखारहित (Unbranched), कुण्डलाकार (helical) रचना है, जो आयोडीन के साथ नीला रंग देने के लिए उत्तरदायी है। यह $15-20\%$ मात्रा में उपस्थित होता है।

(ब) एमाइलोपैक्टिन (Amylopectin) - यह 80-85 प्रतिशत भाग होता है। अत्यधिक शाखित श्रृंखला का बना होता है, प्रत्येक शाखा में 24 से 30 ग्लूकोज अणु पाये जाते हैं। सामान्य श्रृंखला में ग्लूकोज अणु 1-4 बन्ध द्वारा तथा शाखित श्रृंखला में 1-6 बन्ध द्वारा बन्धित होते हैं।

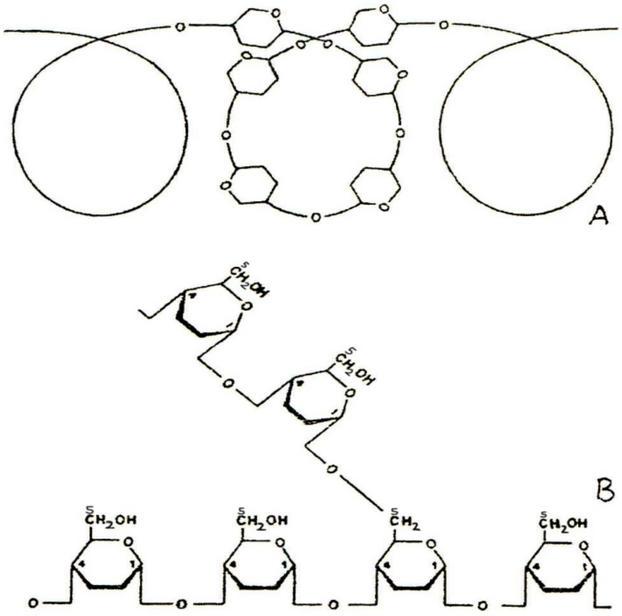
(iii) ग्लाइकोजन (Glycogen) - जन्तुओं के शरीर में स्टार्च का प्रतिरूप ग्लाइकोजन है जो यकृत तथा माँसपेशियों में भोजन के रूप में उपस्थित होता है। यह एक बहुशाखीय पॉलीसैकेराइड है, जो $\alpha-d$ ग्लूकोज इकाइयों का बना होता है। ये ग्लूकोज अणु एक दूसरे से पहले और चौथे (1-4) कार्बन परमाणुओं पर ग्लाइकोसाइडिक बन्ध से जुड़ी रहती हैं। शाखा बिन्दुओं पर यह

बन्ध पहले और छठे (1-6) कार्बन परमाणु के बीच बनता है। ग्लाइकोजन आयोडीन के साथ लाल रंग देता है।

(iv) इन्युलिन (Inuline) - कुछ पौधों की जड़ों तथा कन्दों (tubers) में पाया जाने वाला एक प्रकार का स्टार्च है, जो फ्रक्टोज में जल अपघटित हो सकता है।

(v) डेक्सट्रिन्स (Dextrians) - ये स्टार्च के जल अपघटन के दौरान बनते हैं।

(vi) काइटिन (Chitin) - यह अकशेरूकीय (invertebrates) प्राणियों का महत्वपूर्ण पॉलीसैकेराइड है, जो कीटों व क्रस्टेशिया के बाह्म कंकाल (exoskeleton) में पाया जाता है। यह N-एसीटाइल-D-ग्लूकोसेमाइन (N-acetyl-glucosamine) एकक का बना होता है, जो एक दूसरे से1-4 ग्लाइकोसाइडिक बन्धन द्‌वारा संयोजित रहता है।



चित्र 1.2 : स्टार्च की रासायनिक रचना। A. एमाइलोज : कुण्डलाकार रचना B. एमाइलोपैक्टिन, जिसमें1.6 शाखा बिन्दु दर्शाया गया है।

1.6 लिपिड्स (Lipids):

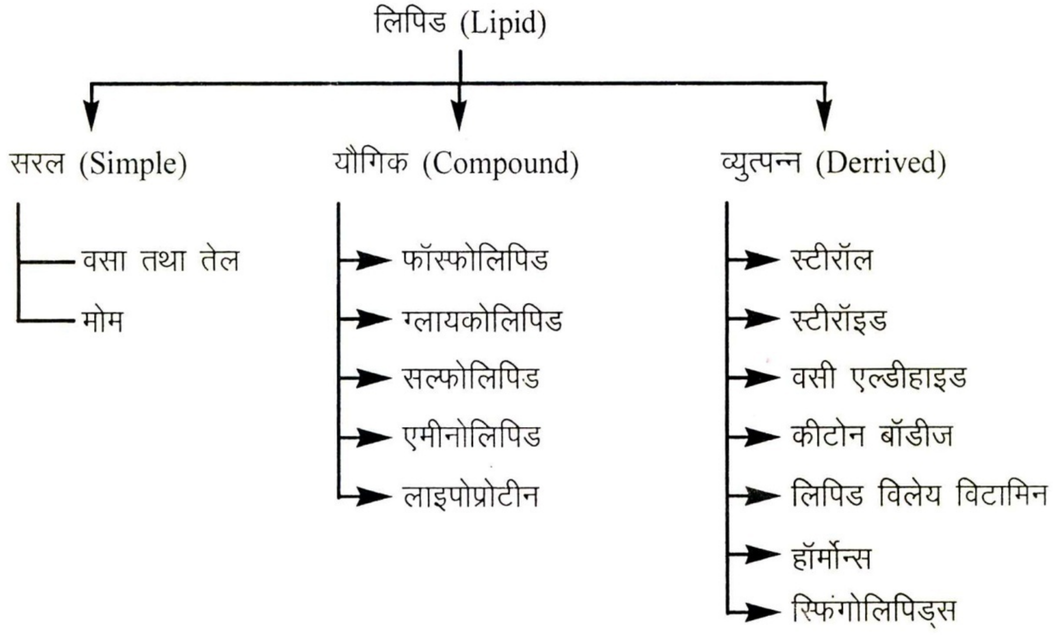
लिपिड्स विषमांगी (heterogeneous) कार्बनिक यौगिक हैं जो पादप तथा जन्तु ऊतकों में पाये जाते हैं। लिपिड जल में अपेक्षाकृत अघुलनशील किन्तु ईथर, क्लोरोफार्म तथा बेन्जीन जैसे विध्रुवीय (non-polar) विलायकों में घुलनशील होते हैं। जब लिपिड एडिपोज ऊतकों में संग्रहित होते हैं तो ऊर्जा का उपयुक्त स्त्रोत प्रदान करते हैं। इस वर्ग के अन्तर्गत वसायें, तेल, मोम तथा सम्बन्धित पदार्थ आते हैं।

कार्बोहाइड्रेट के समान लिपिड कार्बन, हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन के बने होते हैं लेकिन कार्बोहाइड्रेट की अपेक्षा लिपिड में ऑक्सीजन की मात्रा कम पाई जाती है। लिपिड बहुलक (polymer) नहीं होते हैं अर्थात् इनमें प्रोटीन तथा न्यूक्लिक अम्ल के समान मोनोमर (monomer) एकक की पुनरावृत्ति नहीं पाई जाती है। लिपिड में दो समूह ध्रुवीय (polar) तथा अध्रुवीय (non-polar) पाए

जाते है। अध्रुवीय समूहों की वजह से लिपिड हाइड्रोफोबिक (hydrophobic) तथा ध्रुवीय समूहों की वजह से हाइड्रोफिलिक (hydrophylic) प्रवृत्ति प्रदर्शित करते हैं।

1.6.1 लिपिड्स का वर्गीकरण (Classification of lipids)

लिपिड्स मुख्य रूप से तीन वर्गों में विभाजित किए जाते हैं -



1.6.2 सरल लिपिड्स (simple lipids)

यह विभिन्न प्रकार के एल्कोहलों के साथ वसीय अम्लों के एस्टर्स होते हैं, उदाहरण - उदासीन वसाओं (neutral fats) में ग्लीसरोल और मोम (waxes) में एसिटाइल एल्कोहॉल (acetyl-alcohol)।

1) उदासीन वसायें (Neutral fats, traicylgycerols or Triglycerides)

यह वसीय अम्लों के ग्लीसरोल के साथ एस्टर्स होते हैं। वसा के एक अणु में वसा-अम्लों के तीन अणु ग्लीसरोल के एक अणु के साथ मिलते हैं। ग्लीसरोल एक मीठा, चिपचिपा द्रव है जो पानी एवं इथाइल एल्कोहॉल में घुलनशील परन्तु ईथर में अघुलनशील होता है।

वसीय-अम्लो की प्रकृति के अनुसार, ट्राइग्लीसराइड्स ठोस या द्रव अवस्था में पाये जाते हैं। प्राणियों के ट्राइग्लीसराइड्स में लम्बी श्रृंखला वाले संतृप्त वसीय अस्त (जैसे - पामिटिक तथा स्टीयरिक अम्ल) अधिक मात्रा में पाये जाते हैं, फलस्वरूप उनके गलनांक (melting points) अधिक होते हैं। अत: कमरे के तापक्रम पर वे अर्द्ध-ठोस अथवा ठोस होते हैं। पौधों की अधिकतर ट्राइग्लीसराइड्स में लघु श्रृंखला वाले असंतृप्त वसीय अम्ल (जैसे - ऑलीक, लाइनीलीक या लाइनोलिनिक अम्ल) अधिक अनुपात में मिलते है। इसलिए उनके गलनांक कम होते है और वे कमरे के तापक्रम पर द्रव अवस्था में पाये जाते हैं। द्रव अवस्था में मिलने वाली वसा को तेल (oil) कहा जाता है।

वसीय अम्ल (Fatty Acids)

वसाओं के जलअपघटन (hydrolysis) द्वारा वसीय अम्ल प्राप्त होते हैं। प्राकृतिक वसाओं में पाये जाने वाले वसीय अम्लों में सम संख्या (4 से 30) वाले कार्बन परमाणुओं की सीधी श्रृंखलायें होती हैं। यह श्रृंखला संतृप्त (saturated), यानि बिना किसी द्वि-बन्ध (double bond) वाली, या असंतृप्त (unsaturaded) होती है जिसमें एक या अधिक द्वि-बन्ध पाये जाते हैं। इन श्रृंखलाओं के एक छोर पर कार्बोक्सिल समूह $-COOH$ पाया जाता है जो वसीय अम्ल को अम्लीय गुण प्रदान करता है, क्योंकि कार्बोक्सिल समूह का H अचल वियोजित (dissociate) हो सकता है:

$$COOH \longrightarrow COO^{-} + H^{+}$$

सबसे सरल वसीय अम्ल **फार्मिक अम्ल** (HCOOH) है जो प्राणियों के पसीने, मूत्र आदि में पाया जाता है तथा चींटियों में महत्त्वपूर्ण संरक्षणात्मक कार्य करता है। इस वसीय अम्ल के साथ CH_2, समूहों के क्रमिक रूप से संयोजित होने के फलस्वरूप अधिक जटिल वसीय अम्ल बनते हैं। उदाहरण के लिए, ऐसे एक समूह के जुड़ने से एसिटिक अम्ल (CH_3COOH) बनता है जो सिरके का एक सक्रिय अंश (ingredient) होता है।

वसीय अम्ल दो प्रकार के होते है संतृप्त तथा असंतृप्त।

(अ) संतृप्त वसीय अम्ल (Saturated Fatty Acids)

इस श्रेणी का प्रथम सदस्य एसिटिक अम्ल है जिसकी रचना पर आधारित अन्य सदस्यों को हम $C_nH_{2n+1}COOH$ के सामान्य सूत्र से प्रदर्शित कर सकते हैं। कोशिकाओं में वसीय अम्लों का संश्लेषण ऐसिटिक अम्ल की 2-कार्बन (सम संख्या) वाली इकाइयों द्वारा होता है। कार्यिकीय महत्व के संतृप्त वसीय अम्लों के उदाहरण नीचे दी गई सारिणी में दिए गए है:

सारणी 2 : संतृप्त वसीय अम्ल (Saturated Fatty Acids)

नाम	अणु सूत्र	संरचना	स्त्रोत
एसिटिक अम्ल (Acetic Acid)	CH_3COOH	$\overset{\alpha}{CH_3}-COOH$	यह सूक्ष्म जीवों द्वारा कार्बोहाइड्रेट किण्वन (fermentation) का प्रमुख अंतिम उत्पाद (endproduct) है।
प्रोपिओनिक अम्ल (Propionic Acid)	C_2H_5COOH	$\overset{\beta}{CH_3}-\overset{\alpha}{CH_2}-COOH$	यह भी कार्बोहाइड्रेट किण्वन का अंतिम उत्पाद है।
ब्यूटाइरिक अम्ल (Butyric Acid)	C_3H_7COOH	$\overset{\gamma}{CH_3}-\overset{\beta}{CH_2}-\overset{\alpha}{CH_2}-COOH$	यह अम्ल कतिपय वसाओं,विशेषकर मक्खन में थोड़ी मात्रा में पाया जाता है।
केपरोइक अम्ल (Caprylic Acid)	$C_5H_{11}COOH$	$CH_3(CH_2)_2COOH$	

केपराइलिक अम्ल (Caprylic Acid)	$C_7H_{15}COOH$	$CH_3(CH_2)_{05}COOH$	यह मक्खन तथा वनस्पति तेलों में थोड़ी मात्रा में मिलता है।
पामिटिक अम्ल (Palmitic Acid)	$C_{15}H_{31}COOH$	$CH_3(CH_2)_{14}COOH$	यह जन्तुओं और वनस्पतियों से मिलने वाली सभी वसाओं में पाया जाता है।
स्टियरिक अम्ल (Stearic Acid	$C_{17}H_{35}COOH$	$CH_3(CH_2)_{16}COOH$	

वसीय अम्लों के कार्बन परमाणुओं को कार्बोक्सिल कार्बन (कार्बन संख्या1) की ओर से गिनते हैं। कार्बोक्सिल समूह के छोर से गिनना आरम्भ करते हुए, अम्ल के दूसरे कार्बन परमाणु को α-कार्बन कहते हैं। इसी प्रकार से तीसरे कार्बन परमाणु को β-कार्बन, चौथे कार्बन को γ-कार्बन तथा अंतिम मिथाइल कार्बन को ω-कार्बन कहा जाता है।

वसीय अम्लों के क्वथनांक (boiling points) तथा गलनांक (melting points) श्रृंखला की बढ़ती हुई लम्बाई के साथ-साथ बढ़ते है। 10 कार्बन परमाणुओं से कम संख्या वाले, सम-सांख्यक (even-numbered) संतृप्त वसीय अम्ल कमरे के तापक्रम पर द्रव होते है; इससे बडी श्रृंखला वाले सदस्य ठोस अवस्था में पाये जाते हैं।

(ब) असंतृप्त वसीय अम्ल (Unsaturated Fatty Acids)

असंतृप्तीकरण (Unsaturation) के कारण वसीय अम्लों के कुछ गुण स्पष्ट रूप से परिवर्तित हो जाते हैं। सामान्यत: गलनांक बहुत कम हो जाता है। असंतृप्तता की दशा (degree) के अनुसार उन्हें फिर से उपविभाजित किया जा सकता है

(1) एकल-असंतृप्त अम्ल (Mono unsaturated Acids)

सामान्य सूत्र अम्ल $C_nH_{2n-1}COOH$. इनमें एक द्विबन्ध (double bond) पाया जाता है। इनके उदाहरण जन्तुओं के लिपिड्स में पाये जाने वाले पामिटोलीक (Palmitoleic C_{16}) तथा ओलीक (Oleic C_{18}) अम्ल है।

$$CH_3-(CH_2)_5-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$$

पार्मिटोलीक अम्ल

$$CH_3-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$$

ओलीक अम्ल

ओलीक अम्ल प्रकृति में सबसे प्रचुर मात्रा में मिलने वाला वसीय अम्ल है।

(2) बहु-असंतृप्त अम्ल (Polyunsaturated Acids)

(i) दो द्विबन्ध वाले - सामान्य सूत्र $C_nH_{2n-3}COOH$

उदाहरण लाइनोलीक अम्ल (Linoleic acid, C_{18}) - यह मक्का, मूंगफली, सोयाबीन तथा कपास के बीजों में पाया जाता है और स्तनियों की जैव रासायनिकी (Biochemistry) में एक महत्त्वपूर्ण वसीय अम्ल है।

$$CH_3(CH_2)_4-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$$

लाइनोलिक अम्ल

(ii) तीन द्विबन्ध वाले - सामान्य सूत्र $C_nH_{2n-5}COOH$

उदाहरण : लाइनोलिनिक अम्ल (Linolenic acid C_{18}), जो अलसी (linseed) के तेल में पाया जाता है।

$$CH_3-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$$

लाइनोलिनिक अम्ल

(iii) चार द्विबन्ध वाले - सामान्य सूत्र $C_nH_{2n-7}COOH$

उदाहरण. अरैकिडोनिक अम्ल (Arachidonic acid, C_{20}), जो मुंगफली के तेल में पाया जाता है।

$$CH_3(CH_2)_4CH=CHCH_2CH=CHCH_2=CH=CH(CH_2)_3COOH$$

अरैकीडोंनिक अम्ल

प्रौस्टाग्लैंडिग्स (Prostaglandins), असंतृप्त वसीय अम्लों का एक महत्त्वपूर्ण समूह है जिसके सदस्य उपापचय में मूलतः अरैकिडोनिक अम्ल से उत्पन्न होते है।

1.6.3 यौगिक लिपिड्स (Compound Lipids)

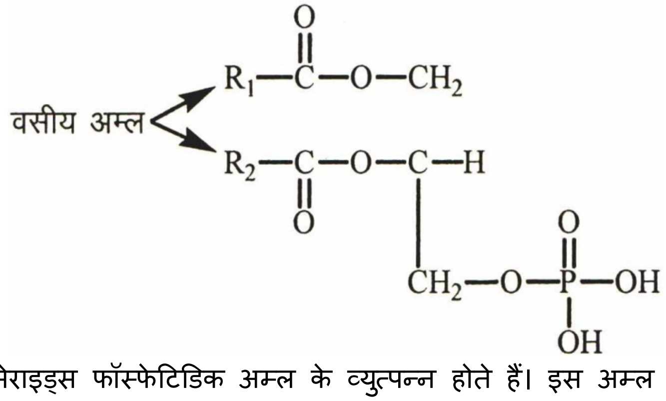
यह वसीय अम्ल तथा एल्कोहॉल के एस्टर्स हैं जिनमें कुछ अतिरिक्त यौगिक जैसे - फॉस्फोरिक अम्ल, शर्कराएं व प्रोटीन्स आदि भी पाये जाते है। इन्हें 4 समूहों में वर्गीकृत किया जाता है (i)फॉस्फोलिपिड्स, (ii)ग्लाइकोलिपिड्स,(iii)गैंगलियोसाइड्स तथा(iv) लाइपोप्रोटीन्स।

(i) फॉस्फोलिपिड्स (Phospholipids Lipids)

इस वर्ग में वे लिपिड्स आते हैं जिनमें फॉस्फोरस पाया जाता है। इनमें नाइट्रोजनी क्षारक (base) तथा अन्य पदार्थ भी होते हैं। बहुत से फॉस्फोलिपिड्स जैसे - ग्लीसरोफॉस्फोलिपिड्स में, एल्कोहल-ग्लीसरॉल होता है, किन्तु कुछ अन्य जैसे कि स्फिगोफॉस्फोलिपिड्स में, यह स्फिंगोसीन होता है। विभिन्न प्रकार के फॉस्फोलिपिड्स निम्न है-

(1) फॉस्फेटिडिक अम्ल (Phosphatidic Acid)

यद्यपि यह ऊतकों में अधिक मात्रा में नहीं पाया जाता, किन्तु फिर भी यह अम्ल ट्राइग्लीसराइड्स तथा अन्य फॉस्फोलिपिड्स के जैव संश्लेषण में एक मध्यवर्ती (intermediate) पदार्थ के रूप में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाता है।



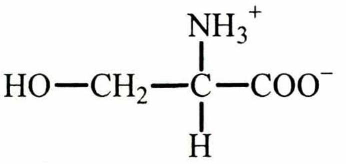
प्रमुख फॉस्फोग्लीसेराइड्स फॉस्फेटिडिक अम्ल के व्युत्पन्न होते हैं। इस अम्ल का फॉस्फेट समूह कई प्रकार के एल्कोहलों के हाइड्रॉक्सिल (-OH) समूह के साथ एस्टर बनाता है। फॉस्फोग्लीसराइड्स के सामान्य एल्कोहॉल अर्धांश (moieties)- कोलाइन इथेनोलेमाइन, सेरीन तथा आइनोसिटोल आदि हैं

$HO-CH_2-CH_2-N^+(CH_3)_2$

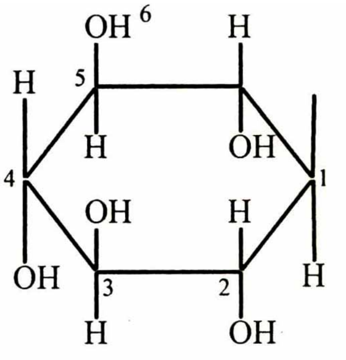
कोलाइन (Choline)

$HO-CH_2-CH_2-NH_3^+$

इथेनोलेमाइन (Ethanolamine)



सेरीन (Serine)

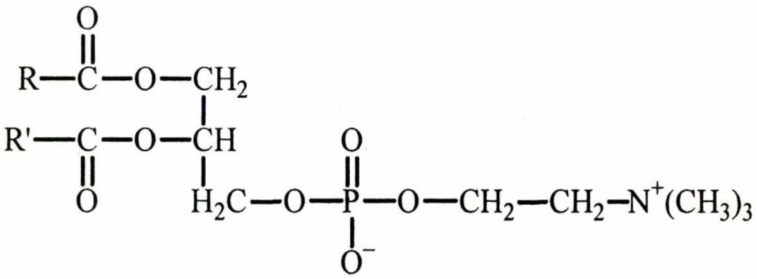


आइनोसिटौल (Inositol)

(2) लेसिथिन या फॉस्फेटिडिल कोलाइन (Lecithine or Phosphatidy Choline)

इसकी रचना ग्लीसरोल के 1 अणु वसीय अम्लों के 2 अणु तथा फॉस्फोरिक अम्लों के 1 अणु द्वारा होती है जिसके साथ नाइट्रोजनी क्षारक कोलाइन (Choline) जुड़ा रहता है।

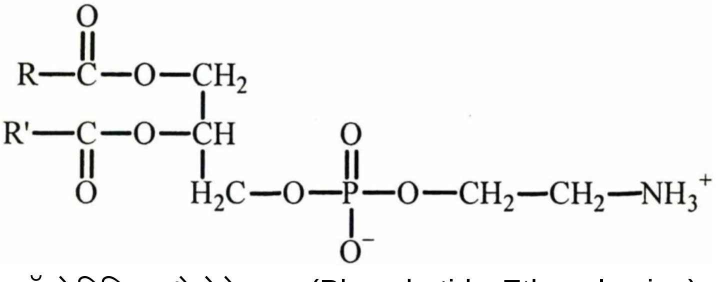
फॉस्फेटिडिल कोलाइन (Phosphatidy Choline)



फॉस्फेटिडिल कोलाइन (Phosphatidyl Choline)

(3) सिफेलिन या फॉस्फेटिडिल इथेनोलेमाइन (Cephalin or Phosphatidyl Ethano lamine)

यह अधिकांश गुणों में लेसिथिन के समान होता है किन्तु इसमें कोलाइन के स्थान पर, एक अन्य पदार्थ **इथेनोलेमाइन** पाया जाता है।

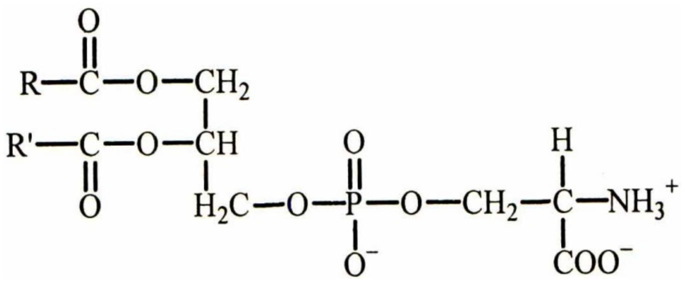


फॉस्फेटिडिल इथेनोलेमाइन (Phosphatidy Ethanolamine)

(4) फॉस्फेटिडिल सिरीन (Phosphatidyl Serine)

यह सिफेलिन के प्रकार का एक फॉक्कोलिपिड है जिसमें इथेनोलेमाइन के स्थान पर एक अमीनो अम्ल सेरीन पाया जाता है। यह प्राणी ऊतकों में मिलता है।

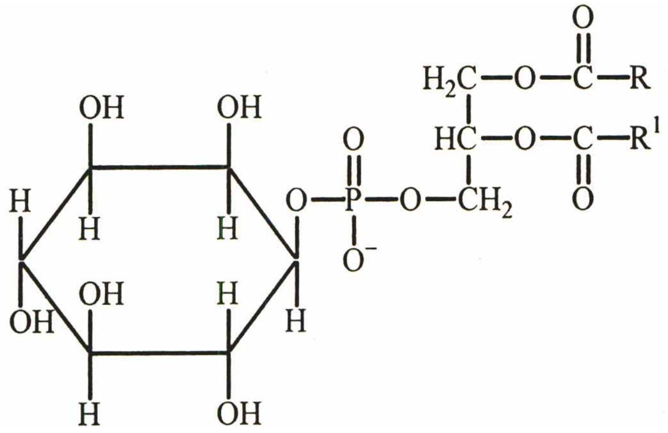
फॉस्फेटिडिल सेरीन (Phosphatidyl Serine)



फॉस्फेटिडिल सेरीन (Phosphatidyl Serine)

(5) फॉस्फेटिडिल आइनोसिटौल (Phosphatidyl Inositol)

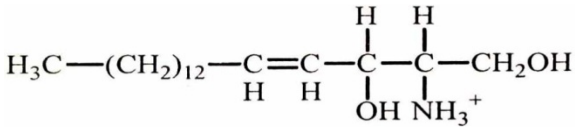
इसमें नाइट्रोजनी क्षारक के स्थान पर आइनोसिटौल होता है। यह मुख्य रूप से पौधों तथा तन्त्रिका ऊतक में पाया जाता है।



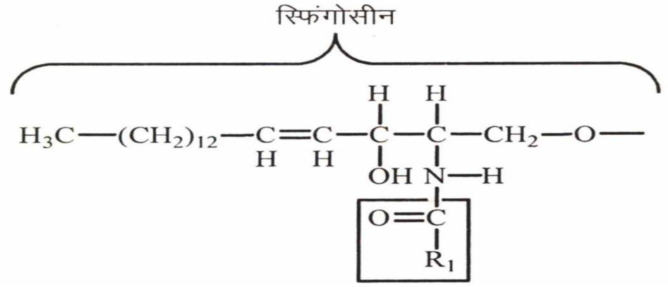
फॉस्फेटिडिल आइनोसिटौल (Phosphatidyl Inositol)

(6) स्फिंगोमायलिन्स (Sphingomyelins)

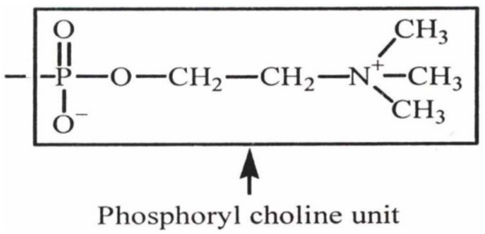
यह मस्तिष्क तथा तन्त्रिका ऊतक, विशेष रूप से नाड़ियों की माइलिन आच्छद (myeline sheath of nerves) में बड़ी मात्रा में पाये जाते हैं। स्फिंगोमायलिन्स के जल अपघटन (hydrolysis) से वसीय अम्ल, फॉस्फोरिक अम्ल, कोलाइन तथा एक जटिल एमीनो एल्कोहल - स्फिंगोसीन (sphingosine), मिलते हैं।



स्फिंगोसीन (sphingosine)



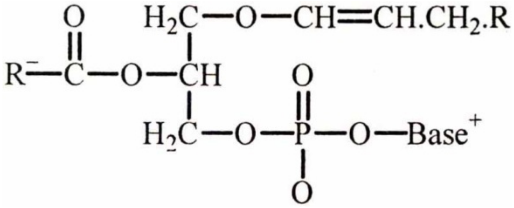
वसीय अम्ल इकाई (Fatty Acid Unit)



स्फिंगोमायलिन (Sphingomyelins)

(7) प्लाज़्मेलोजेन्स (Plasmalogens)

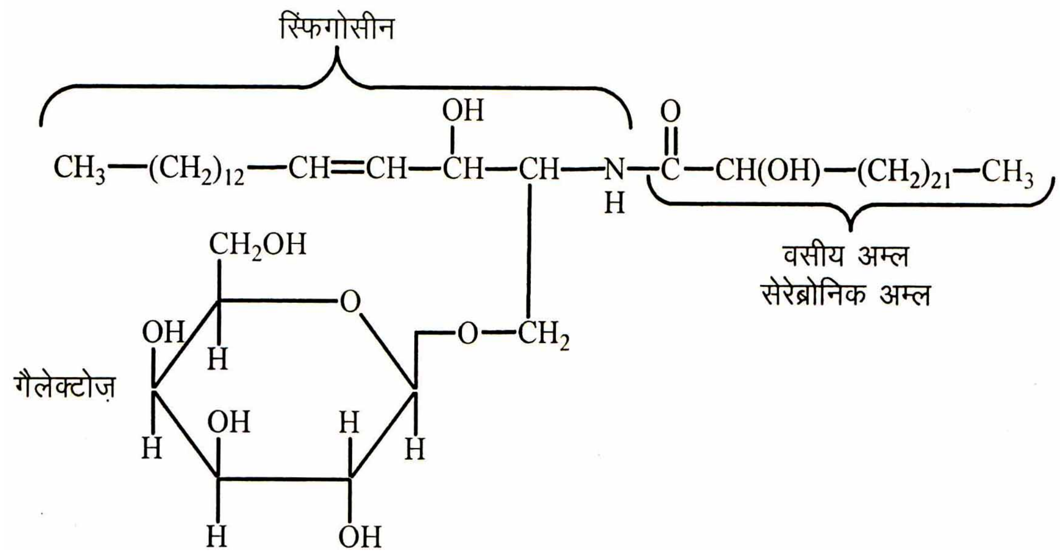
यह मस्तिष्क तथा नाड़ियों की माइलिन के फॉस्फोलाइपिड्स का लगभग 10 प्रतिशत बनाते हैं। रचना में यह लेसिथिन्स तथा सिफेलिन्स के समान होते हैं किन्तु इनमें पहले कार्बन परमाणु पर, अधिकांश ट्राइग्लीसेराइड्स में पायी जाने वाली एस्टर सन्धि (ester link) के स्थान पर ईथर सन्धि (ether link) पायी जाती है।



प्लाज़्मेलोजेन्स (Plasmalogens)

(ii) ग्लाइकोलिपिड्स अथवा सेरिब्रोसाइड्स (Glycolipids or Cerebrosides)

ग्लाइकोलिपिड्स शर्करा वाले लिपिड्स होते हैं। यह मस्तिष्क, एड्रीनल ग्रन्थियो, वृक्क, प्लीहा, यकृत, श्वेत रक्त कोशिकाओं, थाइमस ग्रन्थि फेफड़े, रेटिना, अण्ड-पीतक (egg-yolk) तथा मछलियों के शुक्राणुओं मे पाए जाते हैं। यह एक अधिक अणु भार वाले वसीय अम्ल स्फिगोसीन तथा गैलेक्टोज के बने होते हैं।



एक सेरिब्रोसाइड्स की संरचना

सेरिब्रोसाइड्स को उनमें उपस्थित वसीय अम्लों के आधार पर विभेदित किया जाता है। कुछ मुख्य प्रकार निम्नलिखित हैं :

(1) **केरॉसिन (Kerasin) -** इसमें संतृप्त लिग्नोसेरिक अम्ल [Lignoceric Acid- $CH_2-(CH_2)_{22}COOH$] पाया जाता है।

(2) **सेरिब्रोन (Cerebron)** - इसमें सेरिब्रोनिक अम्ल [Cerebronic Acid- $CH_3(CH_2)_{21}COOHCOOH$] पाया जाता है।

(3) **नर्वोन (Nervone)** - इसमें नर्वोनिक अम्ल [Nervone Acid- $CH_3(CH_2)_7CH(CH_2)_{13}COOH$] होता है।

(4) **आक्सीनर्वोन (Oxynervone) -** इसमें नर्वोनिक अम्ल के हाइड्रॉक्सी व्युत्पन्न पाये जाते हैं $[CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_{12}CHOHCOOH]$

(iii) **गैंगलिओसाइड्स (Gangliosides) -** इनमें एन-एसिटाइल न्यूरेमिनिक अम्ल (N-Acetyl Neuraminic Acid : NANA), वसीय अम्ल, स्फिंगोसीन तथा हेक्सोज शर्कराओं (ग्लुकोजु व गैलेक्टोज) के तीन अणु पाये जाते हैं। यह तन्त्रिका ऊतक तथा कुछ अन्य विशेष अंगों, जैसे कि प्लीहा (spleen), में पर्याप्त मात्रा में पाये जाते हैं।

Acylsphingosine—Glucose—Galactose—N—Acetylgalactosamine—Galactose
(Galactose | NANA; N | H)

(iv) **लाइपोप्रोटीन्स (Lipoproteins) -** ट्राइग्लीसराइड्स, कोलेस्ट्रॉल अथवा फॉस्फोलिपिड्स के साथ संयुग्मित प्रोटीन्स को लाइपोप्रोटीन्स कहा जाता है।

यकृत में बनने वाले अथवा वसाओं के आन्त्रीय अवशोषण (intestinal absorption) से उत्पन्न ट्राइग्लीसराइड्स रक्त परिसंचरण (blood circulation) में मुक्त रूप से परिवहित नहीं किये जाते। यह लिपिड्स निम्नलिखित पदार्थों के रूप में गति करते हैं.

(1) काइलोमाइक्रन्स (Chilomicrons)

(2) अति निम्न घनत्व वाले लाइपोप्रोटीन्स [Very Low Density Lipoproteins (VLDL)]

(3) मुक्त वसीय अम्ल - एल्ब्यूमिन संकुल [Free Fatty Acids (FFA)- Albumin Complex]

(4) निम्न घनत्व वाले लाइपोप्रोटीन्स (Low Density Lipoproteins (LDL))

(5) उच्च घनत्व वाले लाइपोप्रोटीन्स (High Density Lipoproteins (HDL)

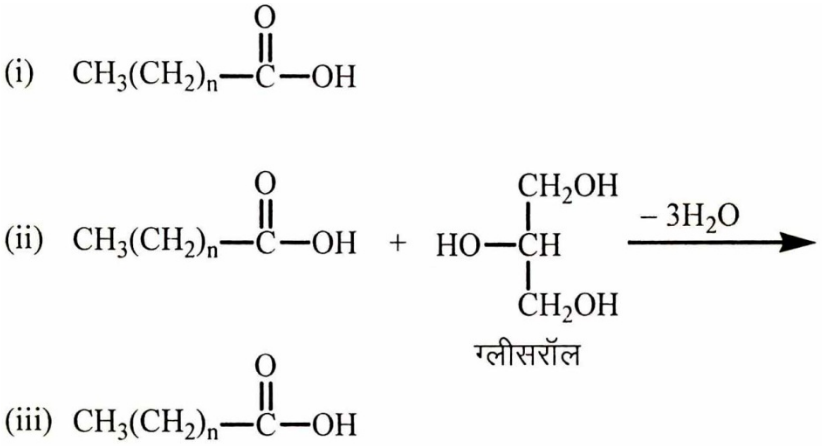
काइलोमाइक्रन्स तथा **VLDL** लिपिड घटक ट्राइग्लीसराइड्स होते हैं जबकि LDL तथा HDL में प्रमुख लिपिड क्रमश: कोलेस्ट्रॉल तथा फॉस्फोलिपिड होते हैं। लाइपोप्रोटीन के प्रोटीन अंश को एपोप्रोटीन (apoprotein) कहा जाता हैं।

लाइपोप्रोटीन्स दूध और अण्डपीतक (egg-yolk) में तथा कोशिका-झिल्लियों (cell membranes) के घटक के रूप में भी पाये जाते हैं।

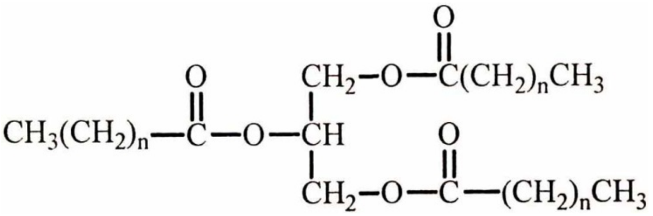
1.6.4 वसा अणु (ट्राइग्लीसराइड) का संश्लेषण (Synthesis of A fat (Triglyceride) Molecule)

वसीय अम्लों के तीन अणु ग्लीसरॉल के एक अणु से संयोजित होकर वसा का एक अणु तथा पानी के तीन अणु बनाते हैं। ग्लीसरॉल एक 3-कार्बन परमाणुओं वाला एल्कोहॉल है। वसा संश्लेषण में, प्रत्येक वसीय अम्ल ग्लीसरॉल के एक कार्बन परमाणु से एस्टर (ester

linkage).द्वारा संयोजित होता है। एस्टर बन्ध अपेक्षाकृत क्षीण बन्ध होता है जो गर्म करने पर सरलता से टूट जाता है।



तीन वसीय अम्ल



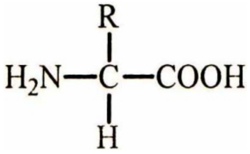
क्सा (ट्राइग्लीसराइड) का एक अणु

1.7 प्रोटीन्स (Proteins) :

रासायनिक रूप से प्रोटीन्स, अमीनो अम्लों की आण्विक इकाइयों के बहुलक (polymer) होते हैं, अत: अम्लों को प्रोटीन्स के बिल्डिंग ब्लॉक (Building blocks) कहा जाता है। इन बहुलकों में कार्बन, हाइड्रोजन, ऑक्सीजन तथा नाइट्रोजन परमाणु होते हैं। कुछ प्रोटीन्स में फॉस्फोरस तथा अल्प तत्व (trace-elements) कॉपर या आइरन भी पाये जाते हैं। प्रोटीन्स का आण्विक भार 5,000 से लेकर कई लाख तक हो सकता है। प्रोटीन्स में बीस प्रकार के अमीनों अम्ल पाये जाते हैं, जो एक दूसरे से पेप्टाइड बन्धों द्वारा संयोजित रहते हैं। प्रत्येक प्रोटीन अणु एक या अधिक पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला का बना होता है।

1.7.1 अमीनो अम्ल का रासायनिक संगठन (Chemical Composition of the Amino Acid)

अमीनों अम्ल की सामान्य रचना को निम्न सूत्र से प्रदर्शित करते हैं -



जिसमें -NH_2 एक अमीनो समूह, $-COOH$ एक कार्बोक्सिलिक समूह तथा -R एक ऐसा कार्बनिक समूह है, जो प्रत्येक अमीनो अम्ल में भिन्न होता है। अमीनो अम्ल का वह कार्बन

परमाणु जिसके साथ -R समूह जुड़ता है, α-कार्बन कहलाता है। सबसे सरल अमीनो अम्ल ग्लाइसीन (glycine) है, जिसमें R-H होता है। यदि $R = CH_3$ हो तो एलेनीन (alanine), यदि $R - CH_2OH$ हो तो सेरीन (serine) कहलाता है। इनके अतिरिक्त अन्य अमीनो अम्लों में अपेक्षाकृत अधिक जटिल -R समूह पाये जाते हैं, जो ऋजु तथा शाखित कार्बन श्रृंखला या वलय (ring) के रूप में होते हैं।

1.7.2 उभयधर्मी गुण (amphoteric Properties)

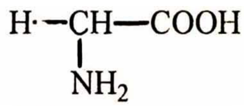
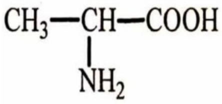
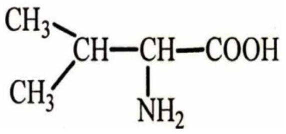
अमीनों अम्लों में अमीनों ($-NH_2$) तथा कार्बोक्सिलिक समूह ($-COOH$) दोनों के पाये जाने के कारण ये क्षीण क्षार तथा क्षीण अम्ल की तरह कार्य करते हैं। $-COOH$ समूह वियोजित होकर H^+ आयन देता है, जबकि उसी यौगिक का $-NH_2$ समूह H^+ आयन को स्वीकार करता है।

द्विगुणों वाले ऐसे पदार्थों को उभयधर्मी यौगिक (amphoteric compound) द्विध्रुवीय आयन (dipolar ions) या उभयविष्ट आयन (Zwitter ion) कहते हैं। यद्यपि ये आवेशित होते हैं, किन्तु फिर भी इन पर नेट (net) आवेश नहीं पाया जाता। यह द्विध्रुवीय प्रकृति अमीनों अम्लों को अपने वातावरण में होने वाले परिवर्तनों का प्रतिरोध करने के लिए प्रेरित करती है। इसलिए ये प्रतिरोधक (Buffers) का भी कार्य करते हैं।

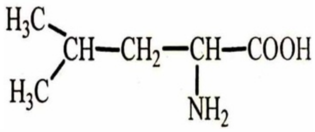
1.8 अमीनो-अम्लों का वर्गीकरण (Classification of Amino Acids) :

अमीनों अम्ल का वर्गीकरण इन में पाये जाने वाली 20 प्रकार की R-समूह श्रृंखलाओं पर आधारित है, जिन्हें निम्नलिखित सारणी में सात समूहों में विभक्त किया गया है।

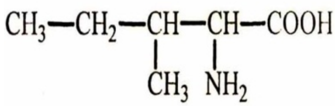
सारणी-3

अमीनों अम्ल		रासायनिक नाम	संरचना सूत्र
I. एलीफैटिक पार्श्वश्रृंखला के साथ:			
1. Glycine	Gly	Amino Acetic acid	
2. Alanine	Ala	α-Amino propionic acid	
3. Valine	Val	$\alpha -$ Amino, iso valeric acid	

4. Leucine Leu $\alpha-$ Amino iso caproic acid

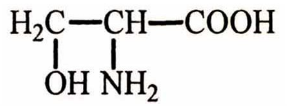


5. Isoleucine Ile $\alpha-$ Amino, $\beta-$ methyl valeric acid

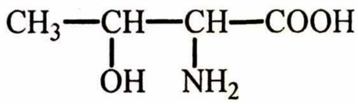


II. पार्श्व श्रृंखला जिनमें हाइड्रोक्सिल समूह उपस्थित हो

6. Serine Ser $\alpha-$ Amino, $\beta-$ Hydroxy propionic acid

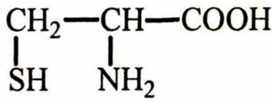


7. Threonine Thr $\alpha-$ Amino $\beta-$ Hydroxy butyric acid

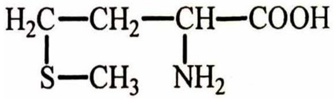


III. पार्श्व श्रृंखला जिनमें सल्फर अणु उपस्थित हैं:

8. Cysteine Cys $\alpha-$Amino, β- mecrapto propionic acid

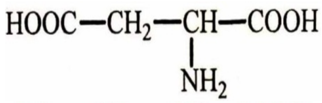


9. Methionine Met $\alpha-$ Amino methyl thino butyric acid

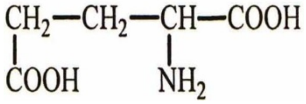


IV. पार्श्व श्रृंखला में अम्लीय समूह उपस्थित है:

10. Aspartic acid Asp α- Asp Amino succinic acid

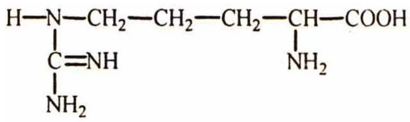


11. Glutamic acid Glu $\alpha-$ Amino glutaric acid

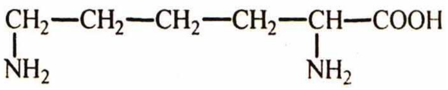


V. पार्श्व श्रृंखला में क्षारीय समूह उपस्थित हैं

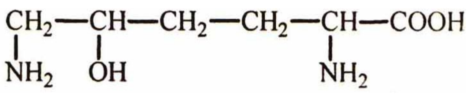
12. Arginine Arg $\alpha-$ amino δ- guanidino n- valeric acid



13. Lysine Lsy α,ε diamino caproic acid

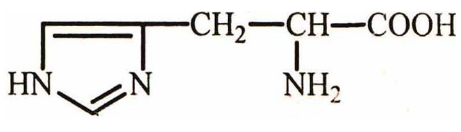


14. Hydroxy Hyl α,ε diamino δ - hydroxy

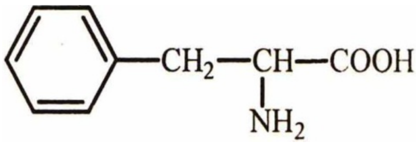
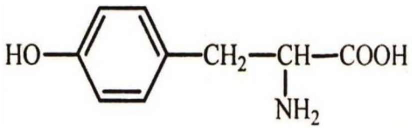
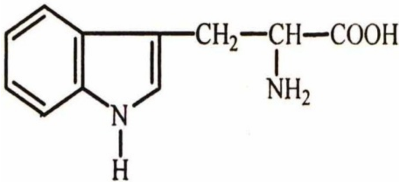


15. Lysin Caproic acid

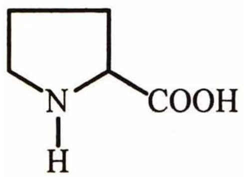
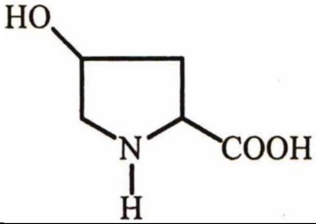
16. Histidine His $\alpha-$amino midazole, propionic acid



VI. पार्श्व श्रृंखला में रोमेटिक वलय उपस्थित हैं

16. Phenyl alanine	Phe	α- Amino β- phenyl propionic acid	
17. Tyrosine	Tyr	α Amino $\beta-$ para hydroxyl phenyl propionic acid	
18. Tryptophan	Trp	α- Amino β– indol propionic acid	

VII. इमिनो अम्ल:

19. Proline	Pro	Pyrolidine $\alpha-$ carboxylic acid	
20. Hydroxy	Hyp	hydroxyl pyrrolidine $\alpha-$ carboxylic acid	

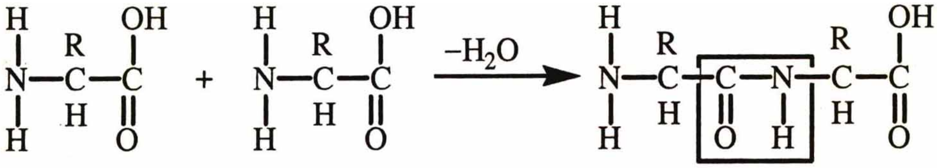
1.9 अनिवार्य तथा अनावश्यक अमीनो अम्ल (Essential and Nonssential Amino Acids):

ज्यादातर असीमकेन्द्रकीय तथा ससीमकेन्द्रकीय कोशिकाएं प्रोटीन में पाये जाने वाले सभी अमीनो अम्लों को उभयवर्तक मध्यवर्ती पदार्थों (amphibolic intermediates) से संश्लेषित करने में समर्थ होती है। उच्च श्रेणी के प्राणी जिनमें मानव भी सम्मिलित है, केवल कुछ ही अमीनो अम्लों को बना सकते हैं। प्राकृतिक रूप से पाये जाने वाले लगभग 2० अमीनो अम्लों में से मानव शरीर में केवल 10 अमीनो अम्ल ही उपापचयी मध्यवर्ती पदार्थो (metabolic intermediates) से संश्लेषित किये जा सकते हैं। अन्य 10 अमीनो अम्ल जो पर्याप्त मात्रा में संश्लेषित नहीं किये जा सकते तथा जो प्राणी के सामान्य शारीरिक कार्यों को सुचारू रूप से चलाने के लिए आवश्यक होते हैं, पोषण' की दृष्टि से अनिवार्य (essential) अमीनो अम्ल कहलाते हैं। वे अमीनो अम्ल जो उभयवर्तक मध्यवर्ती पदार्थो (metabolic intermediates) से संश्लेषित किये जा सकते हैं, पोषण की दृष्टि से अनावश्यक (non-essential) अमीनो अम्ल कहलाते हैं।

पेप्टाइड्स (Peptides)

दो या अधिक अमीनो अस्तों के पेप्टाइड बन्धों (peptide bonds) द्वारा,जुड़ने पर एक पेप्टाइड बनता है। अमीनों अम्ल इकाइयों की संख्या के आधार पर पेपटाइड्स को डाइपेप्टाइडस (dipeptides : 2 amino acids) तथा ट्राइपेप्टाइड्स (tripeptides : 3 amino acid) में वर्गीकृत किया जाता है। कई अम्लों की बनी हुई बड़ी श्रृंखला को पॉलीपेप्टाइड (Polypeptides)कहते हैं। 1902 में हॉफमिस्टर (Hofmeister) तथा एमिल फिशर (Emil Fischer) ने प्रस्तावित किया कि प्रोटीन्स में पाये जाने वाले अमीनो अम्लों के मध्य प्रमुख बंध पेप्टाइड बन्ध (peptide bond) होता है।

पॉलीपेप्टाइड तथा सरल प्रोटीन्स केवल अम्लों की लम्बी श्रृंखलाओं के बने होते हैं। इन श्रृंखलाओं में अमीनो अम्ल एक दूसरे से पेप्टाइड बन्ध के द्वारा संयोजित होते हैं जो एक अमीनो अम्ल के कार्बोक्सिलिक समूह, तथा दूसरे अम्ल के एमीनो समूह के मध्य बनता है (CO-NH)। पेप्टाइड बन्ध के बनने के समय जल का एक अणु निकल जाता है।



चित्र - अमीनो अम्ल परिबंधन

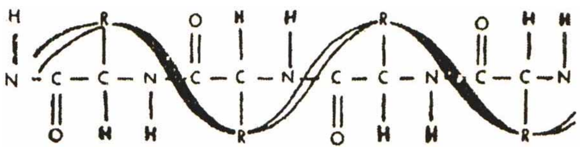
1.0 प्रोटीन अणुओं का संरूपण (Orders of Protein Structure : Conformation) :

प्रोटीन के जैविक कार्य का निर्धारण इसके संरूपण (conformation) से होता है। किसी अणु में परमाणुओं की त्रि-विमीय (three-dimensional) व्यवस्था को संरूपण कहते हैं। प्रोटीन अणुओं में चार प्रकार का संरूपण होता है प्राथमिक, द्वितीयक, तृतीयक तथा चतुर्थक।

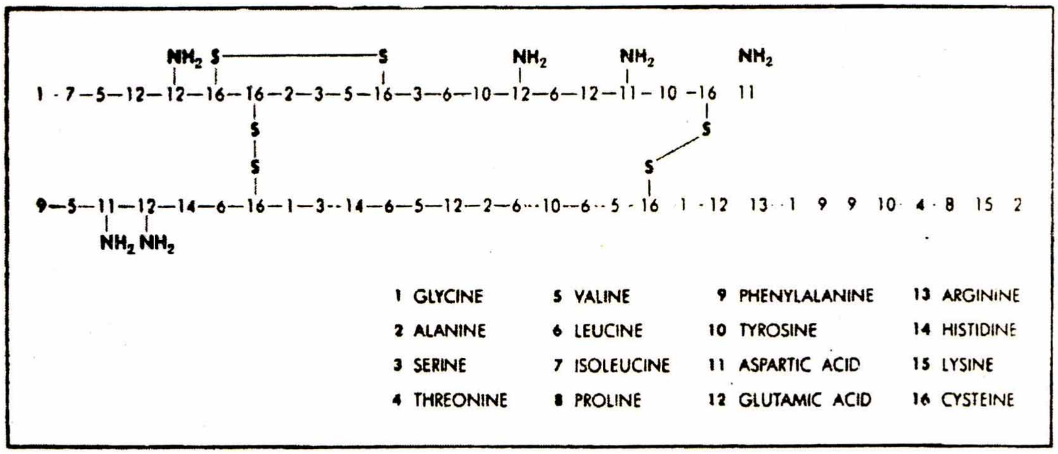
1.10.1 प्राथमिक रचना(Primary Structure)

एक पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला में अमीनों अम्लों का रैखिक अनुक्रम (linear sequence) तथा डाइसल्फाइड बन्धों की सम्भावित उपस्थिति से प्रोटीन की प्राथमिक रचना का निरूपण होता है। इसमें अमीनो अस्त परस्पर केवल **पेप्टाइड बन्धों** (peptide bonds) द्वारा संयोजित रहते हैं। इस प्रकार प्रोटीन की प्राथमिक रचना से इसके सहसंयोजक (covalent) सम्बन्धों का पूर्ण विवरण मिलता है। प्रोटीन हार्मोन इन्सुलिन की प्राथमिक रचना (21 तथा 3० अमीनो अम्लों की दो पृथक श्रृंखलाओं) की व्याख्या फैडिक सैगर (Frederic Sanger) द्वारा 1953 में की गई।

भिन्न कार्यों वाले प्रोटीन्स की प्राथमिक रचना में पर्याप्त अन्तर होता है जबकि समान कार्यों वाले प्रोटीन्स में (उदाहरण के लिये प्राणियों की विभिन्न जातियों में पाये जाने वाला हीमोग्लोबिन) अमीनो अम्लों का अनुक्रम (sequence), श्रृंखला के किसी एक विशिष्ट भाग को छोड़कर, लगभग समान होता है।



चित्र 1.3 : पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला का एक भाग जिसके द्वारा प्रोटीन की प्राथमिक रचना चित्र से परिस्पष्ट दी गई है। यदि क्रमागत एमीनो अम्ल इकाइयों के -R भागों को मिलाती हुई एक रेखा खींची जाये तो यह रेखा एक वर्तुल (spiral) बनायेगी जिसे एल्फा-कुण्डल ($\alpha -$helix) कहा जाता है।



चित्र 1.4 इन्सुलिन के अणु की रचना

1960 के बाद से अब तक बहुत से प्रोटीन्स की प्राथमिक रचना अथवा उनके अमीनो अम्ल अनुक्रम (sequence) ज्ञात कर लिये गये है। कुछ उदाहरण निम्न प्रकार है

(i) मायोग्लोबिन (Myoglobin) - 153 अमीनो अम्ल

(ii) मानव हीमोग्लोबिन (Human Haemoglobin) - क्रमशः 14 तथा 146 अमीनो अम्ल अवशेषों की दो श्रृंखलायें

(iii) तम्बाकू का मोजैक वाइरस प्रोटीन (Tobacco mosaic virus protein) - 158 अमीनो अम्ल

(iv) राइबोन्यूक्लिएज (Ribonuclease) - 124 अमीनो अम्ल

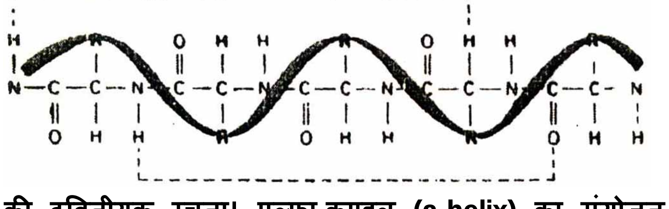
(v) साइटोक्रोम C (Cytochrome) - 104 अमीनो अम्ल

(vi) काइमोट्रिप्सिनोजेन (Chymotrypsinogen) - 246 अमीनो अम्ल

(vii) लाइसोजाइम (Lysozyme) - 129 अमीनो अम्ल

1.10.2 द्वितीयक रचना (Secondary Structure)

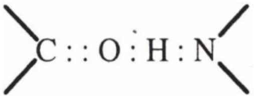
प्रोटीन की द्वितीयक रचना में पॉलीपेप्टाइड्स की रैखिक (linear) श्रृंखला का आकार एक मुड़े हुए रिबन के रूप में होता है। यह विशिष्ट आकार हाइड्रोजन बन्धों द्वारा बनाया जाता है। वे अमीनो अम्ल जो प्रोटीन की प्राथमिक रचना में दूर-दूर होते हैं, द्वितीयक वलयन (folding) द्वारा एक दूसरे के समीप आ जाते हैं।



चित्र 1.5: प्रोटीन की द्वितीयक रचना। एल्फा-कुण्डल (a-helix) का संयोजन हाइड्रोजन बन्धों द्वारा होता है जो एक अमीनो अम्ल अवशेष के -NH की H तथा उसके 3.7 यूनिट

बाद वाले अमीनो अम्ल के -CO की O के मध्य बनते हैं। (चित्र में यह बन्ध टूटी हुई रेखाओं द्वारा प्रदर्शित किये गए है)

हाइड्रोजन बन्ध (Hydrogen Bonds), मिर्स्की (Mirsky) तथा पैंटिग (Panting) ने 1936 में प्रतिपादित किया कि किसी पेप्टाइड क वलनित (folded) रचना को बनाये रखने में हाइड्रोजन बन्धों की उपस्थिति एक प्रमुख कारक (factor) है। हाइड्रोजन परमाणु द्वारा ऑक्सीजन परमाणु के इलेक्ट्रॉन्स के सहभाजन (sharing) की प्रवृत्ति के कारण हाइड्रोजन बन्ध बनते हैं। उदाहरण के लिये एक पेप्टाइड बन्ध की कार्बोनिल ऑक्सीजन अपने इलेक्ट्रॉन्स को एक अन्य पेप्टाइड बन्ध के हाइड्रोजन परमाणु के साथ सहभाजित करती है।



कुछ भौतिक तथा रासायनिक उपचारों (treatments) द्वारा हाइड्रोजन बन्ध तोड़े जा सकते हैं। इनके उदाहरण अधिक ताप दाब**, pH,** विद्युत-धारा, भारी धातुयें तथा अन्य ऐसे पदार्थ हैं जो प्रोटीन की परिस्थिति में परिवर्तन लाते हैं।

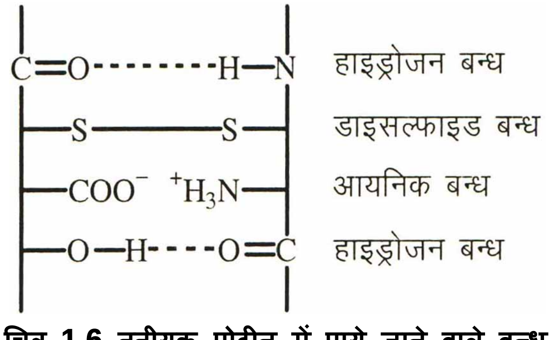
अनेक प्रोटीन्स में हाइड्रोजन बन्धों द्वारा एक नियमित कुंडलित रचना बनती है जिसे एल्फा-कुण्डल ($\alpha-$ helix) कहते हैं। इसके एक कुंडल (coil) में अमीनो अम्लों की 3.7 इकाइयाँ (units) पाई जाती हैं और यह रचना समीपस्थ कुंडलों के -CO तथा -NH समूह के मध्य हाइड्रोजन बन्धों द्वारा स्थापित रहती है। प्रोटीन्स $\alpha-$helix की उपस्थिति का प्रमाण एक्स-किरण विर्वतन (diffraction) द्वारा मिलता है।

1.10.3 तृतीयक रचना (Tertiary Structure)

पॉलीपेप्टाइड श्रृंखलाओं की विशिष्ट फंदों तथा मोड़ों (loops and bends) में व्यवस्था और अन्तरसम्बन्धों को प्रोटीन की तृतीयक रचना कहा जाता है। यह रचना मुख्यत: 4 प्रकार के बन्धों द्वारा अनुरक्षित (maintained) रहती है:

(अ) हाइड्रोजन बन्ध (Hydrogen Bonds)

तृतीयक रचना में यह बन्ध पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला के अपेक्षाकृत दूर के भागों को सम्बन्धित करते हैं।



चित्र 1.6 तृतीयक प्रोटीन में पाये जाने वाले बन्ध

(ब) जलविरोधी बन्ध (Hydrophobic Bonds)

प्रोटीन्स में उदासीन (neutral) अमीनों अम्लों की विध्रुवीय पार्श्व श्रृंखलायें (nonpopular side chains) एक दूसरे के साथ बहुत समीपता से सम्बन्धित रहती हैं। यह सम्बन्ध अरसमीकरणमितीय (non-stoichiometric) होता है, अत: कहा जा सकता है कि इस स्थिति में वास्तविक बन्ध नहीं पाये जाते। तथापि, यह पारस्परिक क्रियायें (interactions) प्रोटीन रचना को अनुरक्षित रखने में महत्वपूर्ण भाग लेती है।

(स) आयनिक बन्ध (Ionic Bonds)

यह लवण बन्ध है जो अमीनो अम्लों की पार्श्व श्रृंखलाओं में उपस्थित विपरित आवेश वाले समूहों के मध्य बनते हैं। कुछ अमीनो अम्लों की पार्श्व श्रृंखलायें अम्लीय गुण प्रकट करती है जैसे - एस्पार्टिक अम्ल, ग्लूटैमिक अम्ल आदि, जबकि अन्य (उदाहरण के लिये लाइसीन, आर्जीनीन) श्रृंखलायें क्षारीय गुण परिलक्षित करती है। जब यह समूह एक दूसरे के बहुत समीप आ जा जाते हैं तो उनमें एक उदासीनीकरण (neutralization) प्रतिक्रिया होती है जिसके फलस्वरूप उनके मध्य एक आयनिक बन्ध उत्पन्न हो जाता है। इस प्रकार के बन्धों में अन्य बन्धों की अपेक्षा अधिक ऊर्जा होती है, अत: यह अधिक स्थायी होते हैं।

(द) डाइसल्फाइड बन्ध (Disulphide Bonds)

पॉलीपेप्टाइड्स की दो समान्तर श्रृंखलायें एक-दूसरे से डाइसल्फाइड द्वारा सिस्टीन (cysteine) अवशेषों पर संयोजित हो सकती है। यह बंध अपेक्षाकृत अधिक स्थायी होता है और इसलिये विकृतीकरण (denaturation) की सामान्य दशाओं में सरलता से टूटता नहीं है। डाइसल्फाइड बन्धों द्वारा दो पॉलीपेप्टाइड श्रृंखलाओं के जुड़ने का सबसे अच्छा उदाहरण पॉलीपेप्टाइड हार्मोन इन्सूलिन (insulin) है।

1.10.4 चतुर्थक रचना (Quaternary Structure)

यदि किसी प्रोटीन की रचना में दो या अधिक पॉलीपेप्टाइड श्रृंखलायें हों और वे परस्पर सहसंयोजक बन्धों (पेप्टाइड अथवा डाइसल्पगइड बन्ध) द्वारा न संयोजित होकर किन्हीं अन्य शक्तियों द्वारा संयोजित हों तो ऐसी रचना को चतुर्थक प्रोटीन कहा जाता है। इन्हें स्थायित्व प्रदान करने वाली शक्तियाँ हाइड्रोजन बन्ध तथा आयनिक बन्ध होते हैं जो पॉलीपेप्टाइड श्रृंखलाओं के अमीनो अम्लों के मध्य बनते हैं।

रक्त का ऑक्सीजन-वाहक प्रोटीन, हीमोग्लोबिन, चतुर्थक रचना का एक उत्तम' उदाहरण है। यह प्रोटीन कुल चार पेप्टाइड श्रृंखलाओं का बना होता है जो दो प्रकार की होती है - α तथा β श्रृंखलायें। यह श्रृंखलायें युगलों (pairs में पायी जाती है।

1.11 प्रोटीन्स का वर्गीकरण (Classification of Proteins) :

प्रोटीन्स का वर्गीकरण तीन सामान्य गुणों रासायनिक संगठन, आकार तथा घुलनशीलता पर आधारित है।

I. सरल प्रोटीन्स (simple proteins)

सरल प्रोटीन्स के अणु केवल अमीनो अम्लों के ही बने होते हैं।

(अ) तन्तुकी प्रोटीन्स (Fibrous Proteins of Scleroproteins)

यह अघुलनशील प्राणी प्रोटीन्स है जो प्रोटीन अपघटक (proteolytic) एन्जाइम्स से अप्रभावित रहते हैं। तन्तुकी प्रोटीन्स लम्बी आकृति वाले (elongated) अणु होते है जो बहुत सी कुंडलित पेप्टाइड श्रृंखलाओं के बने होते हैं। इस समूह में रेशम, ऊन, त्वचा, बाल, सींग, नाखून, खुर, पिच्छमूल (quill) संयोजी ऊतक (connective tissue) तथा हड्डी के प्रोटीन्स समावेशित किये जाते हैं। इस विषमांगी (heterogenious) समूह को अनेक पृथक श्रेणियों में उपविभाजित किया जा सकता है।

(1) कोलेजन (Collages)

यह संयोजी ऊतक में पाये जाने वाले प्रमुख प्रोटीन्स हैं जिनका उद्भव मीजेन्काइम (mesenchyme) से होता है। यह जल में अघुलनशील हैं तथा प्राणी पाचक एन्जाइम से अप्रभावित रहते हैं किन्तु जल, तनु अम्लों या क्षारों के साथ उबालने पर, आसानी से पच सकने वाले, घुलनशील जिलेटिन्स (geletins) में परिवर्तित हो जाते हैं।

(2) इलास्टिन्स (Elastins)

यह कंडरा (tendon), धमनियों तथा अन्य लचीले ऊतकों में पाये जाते हैं। यह भी मीजेन्काइम से उत्पन्न होते हैं किन्तु इन्हें जिलेटिन्स में परिवर्तित नहीं किया जा सकता।

(3) किरैटिन्स (Keratins)

यह बाल, ऊन, पिच्छमूल (quill), खुर तथा नाखून आदि के प्रोटीन्स है जो एक्टोडर्म से बनते हैं।

(4) मायोसिन (Myosin)

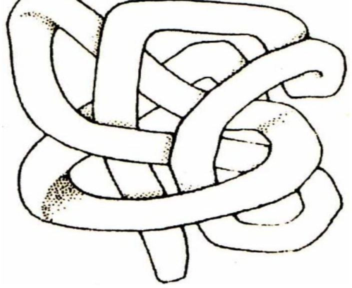
यह माँसपेशियों में पाया जाने वाला एक तन्तुकी प्रोटीन है।

(5) औसीन (Ossein)

यह हड्डियों तथा दांतों में पाया जाता है।

(ब) गोलाकार प्रोटीन्स (Globular Proteins)

इनमें पायी जाने वाली पेप्टाइड श्रृंखलायें बहुत सघनता से वलनित (folded) या कुंडलित (coiled) रहती हैं, अत: यह आकृति में गोलाकार या अंडाकार होते हैं। सामान्य रूप से यह जल अथवा लवण, अम्ल, क्षार और एल्कोहल वाले जलीय माध्यम में घुलनशील होते हैं। इस समूह में एंजाइम्स, ऑक्सीजन-वाहक प्रोटीन तथा ACTH, ऑक्सीटोसिन (oxytocin),वेसोप्रेसिन (vasopresin),ग्लूकागौन (glucagon)और इन्सुलिन (insulin)जैसे प्रोटीन-हार्मोन समावेशित किये जाते हैं। घुलनशीलता के आधार पर इन्हें निम्न श्रेणियों में विभाजित किया जाता है



चित्र 1.7 - गोलाकार प्रोटीन

(1) एल्ब्युमिन्स (Albumens)

यह पानी में घुलनशील है तथा ताप द्वारा स्कंदित (coagulate) हो जाते हैं। इन के उदाहरण अंडे की सफेदी (ovalbumin) तथा सीरम एल्ब्युमिन (serum albumen) आदि हैं।

(2) ग्लोब्युलिन्स (Glubulins)

यह पानी में अघुलनशील अथवा बहुत कम घुलनशील हैं किन्तु उदासीन लवण (उदाहरण NaCl) मिलाने पर इनकी घुलनशीलता अत्यधिक बढ़ जाती है। ताप द्वारा यह प्रोटीन्स भी स्कन्दित हो जाते हैं। इनके उदाहरण सीरम ग्लोब्यूलिन (serum globulin), फाइब्रिनोजन (fibrinogen), मांसपेशियों का मायोसिन (myosin), अण्डपीतक का ओवोग्लोब्यूलिन (ovoglobulin) तथा कद्दू (squash),सोयाबीन और पटुआ (hemp) के बीजों में पाये जाने वाले ग्लोब्यूलिन्स हैं।

(3) हिस्टोन्स (Histones)

यह क्षारीय प्रोटीन्स हैं जो पानी में घुलनशील होते हैं, तथा जलअपघटन (hydrolysis) पर आर्जीनीन या लाइसीन उत्पन्न करते हैं। थाइमस (thymus) और अग्नाशय (pancrease) जैसे कुछ ग्रन्थिल (grandular) ऊतकों से हिस्टोन्स बड़ी मात्रा में निस्सारित (extract) किये जो सकते हैं कोशिकाओं में हिस्टोन्स न्यूक्लिक अम्लों के साथ संयोजित रहते हैं। रक्त के हीमोग्लोबिन में पाया जाने वाला ग्लोबिन एक हिस्टोन है।

(4) प्रोटेमाइन्स (Protamines)

यह अपेक्षाकृत कम अणु भार वाले प्रबल क्षारीय प्रोटीन्स हैं। यह न्यूक्लिक अम्लों के साथ सम्बद्ध होते हैं तथा कुछ मछलियों के परिपक्व वीर्याणु कोशिकाओं से बड़ी मात्रा में प्राप्त किये जाते हैं। उदाहरण के लिये सैल्मन (Salmon) वीर्याणु से सैल्मिन (salmin), हैरिंग (herring) से क्लूपीन (clupeine) तथा स्टर्जन (Sturgeon) से स्टुरिन (sturin) प्राप्त किये जाते हैं। इनमें गंधक नहीं होती तथा आर्जीनीन की बड़ी मात्रा के कारण नाइट्रोजन का प्रतिशत काफी अधिक (25 से 30 % तक) होता है।

(5) ग्लूटेलिन्स (Glutelins)

यह आसुत जल (distilled water) और एल्कोहल में अघुलनशील हैं किन्तु तनु अम्लीय क्षारीय घोलों में घुलनशील हैं। यह विभिन्न प्रकार के पादप बीजों में पाये जाते हैं। इनके उदाहरण गेहूं से मिलने वाला ग्लूटेनिन (glutenin) तथा चावल का ओराइजेनिन (oryzenin) हैं।

(6) प्रोलेमाइन्स (Prolamines)

यह परिशुद्ध (Absolute) एल्कोहल तथा जल में अघुलनशील हैं किन्तु 70 से 80 प्रतिशत एल्कोहल में घुलनशील हैं। इन्हें विभिन्न पादप बीजों से पृथक्कित किया जा सकता है। इनके उदाहरण मक्का से प्राप्त होने वाला जीन (gein) और गेहूं से प्राप्य ग्लायडिन (gliadin) हैं।

II. संयुग्मित प्रोटीन्स (Conjugated Proteins)

यह जटिल प्रोटीन हैं जिनमें प्रोटीन अणु कुछ अन्य प्रकार के विशिष्ट अप्रोटीन (non-protein) यौगिकों के साथ संयुक्त होते हैं। इस अप्रोटीन भाग को प्रोस्थेटिक (prosthetic) समूह कहते हैं। संयुग्मित प्रोटीन अनेक प्रकार के होते हैं

(1) न्यूक्लियोप्रोटीन्स (Nucleoproteins)

यह प्रोटीन्स के न्यूक्लिक अम्लों के साथ संयोजन के फलस्वरूप बनते हैं।

(2) म्यूकोप्रोटीन्स (Mucoproteins)

इनमें प्रोटीन घटक कार्बोहाइड्रेट की एक बड़ी मात्रा (4 $^0\!/_0$ से अधिक) के साथ संयोजित होता है जिसे हेक्सोसेमाइन (hexosamine) कहते हैं। इनके उदाहरण अंडे की सफेदी से मिलने वाला α -ओवोम्यूकौयड (ovomucoid- α); रक्त सीरम में पाये जाने वाले ओरोसोम्यूकौयड (orosomucoid),हेप्टोग्लोबिन्स (haptoglobins) तथा गर्भवती स्त्रियों के मूत्र में उपस्थित प्रेग्नेन्डियोल (pregnanediol) से मिलने वाले म्यूकोप्रोटीन्स हैं।

(3) ग्लाइकोप्रोटीन्स (Glycoproteins)

यह वे संयुग्मित प्रोटीन्स हैं जिनमें कार्बोहाइड्रेट अल्प मात्रा (4 $^0\!/_0$ हेक्सोसेमाइन से कम) में रहता है। इस समूह के अंतर्गत बहुत से एल्ब्यूमिन्स तथा ग्लोब्युलिन्स आते हैं। ग्लाइकोप्रोटीन्स को उनमें पाये जाने वाले कार्बोहाइड्रेट की संरचना तथा प्रोटीन्स के साथ सहलग्नता (linkage) के आधार पर तीन प्रकारों में विभेदित किया जाता है

(i) **प्लाज्मा ग्लाइकोप्रोटीन्स.** यह प्रतिरक्षी (antibodies) की भांति कार्य करते हैं। इन्हें इम्यूनोग्लोब्यूलिन्स (Immunoglobulins) भी कहते हैं तथा इनकी तीन मुख्य श्रेणियाँ IgA,IgA और IgM होती है। मानवीय प्लाज्मा में पायी जाने वाली कुछ अन्य इम्युनोग्लोब्यूलिन्स को IgD तथा IgE के रूप में प्रदर्शित किया जाता है।

(ii) लार के म्यूसिन ग्लायकोप्रोटीन (mucin glycoproteins)

(iii) कार्टिलेज, कंडरा (tendon) तथा त्वचा के म्यूकोपॉलीसैकेराइड्स (mucopolysaccharides)

(4) क्रोमोप्रोटीन्स (Choromoproteins)

इनमें प्रोटीन के साथ एक रंगीन यौगिक संयुक्त होता है। इनके उदाहरण हीमोग्लोबिन, इरिथ्रोक्रूओरिंस (erythrocruorins), हीमोसायनिन (haemocyanin) तथा हीमएरिर्थिन (hemerythrin) हैं।

हीमोग्लोबिन (Haemoglobin) एक संयुग्मित चतुष्खण्डी (tetrameric) प्रोटीन है। यह एक बड़े प्रोटीन अणु ग्लोबिन (globin) का बना होता है। जिसमें 4 पॉलीपेप्टाइड श्रृंखलायें (2α तथा दो β श्रृंखलायें) होती हैं। इनमें से प्रत्येक श्रृंखला के साथ एक प्रोस्थेटिक हीम (haem) समूह सम्बद्ध रहता है।

इरिथ्रोक्रुओरिन्स (Erythrocruorins) बड़े आकार वाले हीमोग्लोबिन्स हैं जो बहुत से पॉलीकीट तथा ओलाइगोकीट एनीलिड कृमि (worms) तथा विभिन्न मोलस्का जन्तुओं में पाये जाते हैं।

हीमोसायनिन (Haemocyanin) तांबे का एक नीला वर्णक (pigment) है जो कुछ मोलस्का तथा क्रस्टेशियन (जन्तुओं के रक्त प्लाज्मा में मिलता है।

हीमएरिथ्रिन (Haemerythrin) साइपनकुलिडा (sipunculida) कृमि, कुछ पॉलीकीट एनिलिडा तथा एक ब्रेक्रियोपोड-लिग्युला (Ligula) की रक्त कोशिकाओं में पाया जाता है।

(5) लाइपोप्रोटीन्स (Lipoproteins)

यह पानी में घुलनशील, संयुग्मित प्रोटीन्स हैं, जिनमें वसायें (lipids) पायी जाती है। इनके उदाहरण फास्फेटिडिलग्लीसेराइड्स (phosphatidlglycerides),कोलेस्ट्रोल, अण्डपीतक का लाइपोविटेलाइन (lipovitelline) तथा सीरम के लाइपोप्रोटीन्स है।

(6) मेटेलोप्रोटीन्स (Matalloproteins)

यह धातुओं से संयुक्त होने वाले प्रोटीन्स है। एक B_1-ग्लोब्यूलिन जिसे ट्रॉंसफेरिन (Transferrin) कहा जाता है, लौह, ताँबा तथा जस्ते के साथ संयोजित होने की क्षमता रखता है। यह प्रोटीन, प्लाज्मा में पाये जाने वाले कुल प्रोटीन का लगभग 3 प्रतिशत होता है। ट्रॉंसफेरिन का मुख्य कार्य लौह-परिवहन (transport of iron) है।

सेरुलोप्लाजमिन (Ceruloplasmin) नामक एक नीला प्रोटीन जिसमें 0.34 प्रतिशत ताँबा पाया जाता है, रक्त सीरम में मिलता है। यह एक α_2-ग्लोब्युलिन होता है।

(7) पलेवोप्रोटीन्स (Flavoproteins)

इनमें प्रोस्थेटिक समूह अथवा पलेविन घटक (FMN या FAD), एन्जाइम प्रोटीन (एपोएंजाइम) के साथ स्थायी रूप से सम्बन्ध रहता है।

$$\textbf{Protein-Flavin} \rightleftharpoons \textbf{Protein+Flavin}$$

पलेवोप्रोटीन्स एक फ्लेविन न्यूक्लियोटाइड वाली एकल पेप्टाइड श्रृंखला के बने हो सकते हैं, अथवा वे एक बड़े बहुलकीय प्रोटीन के रूप में हो सकते हैं जिसकी रचना में न केवल बहुत सारे पलेविन घटक भाग लेते है बल्कि एक या अधिक धातुयें, एक या अधिक हीम (heam) समूह तथा एक अन्य कार्बनिक इलेक्ट्रॉन-वाहक (एकल प्रोटीन पर पाया जाने वाला एक लघु इलेक्ट्रॉन परिवहन तन्त्र) भी पाये जाते हैं।

इनके उदाहरण यकृत में पाया जाने वाला एन्जाइम डी-एमीनो एसिड ऑक्सीडेज (D-amino acid oxidase), सक्सीनिक डीहाइड्रोजिनेज (succinic dehydrogenase), जैन्थीन ऑक्सीडेज (xanthine oxidase), डाइहाइड्रोलाइपोंइल डीहाइड्रोजिनेज (dehydro-lipoyl dehydrogenase) आदि है।

(8) फॉस्फोप्रोटीन्स (Phosphoproteins)

यह प्रोटीन्स के फास्फोरिक समूह के साथ संयोजन द्वारा बनते है। इनके उदाहरण दूध का केसीन (casein) तथा अण्डपीतक का विटेलाइन (vitelline) हैं।

III. व्युत्पन्न प्रोटीन्स (Derrived Proteins)

व्युत्पन्न प्रोटीन्स प्रकृति में स्वतन्त्र रूप से नहीं पाये जाते। ये प्राकृतिक प्रोटीन्स के आंशिक जल अपघटन (partial) के फलस्वरूप प्राप्त होते हैं। इस क्रिया में बनने वाली क्रमिक अवस्थायें निम्न प्रकार है

प्रोटीन $\rightarrow$ प्रोटियन $\rightarrow$ मेटाप्रोटीन $\rightarrow$ प्रोटियोज $\rightarrow$ पेप्टोन $\rightarrow$ पॉलीपेप्टाइ्स $\rightarrow$ अमीनो अम्ल

बोध प्रश्न,

4. मोनोसैकेराइड्स कासामान्य सूत्र क्या है?

....

5. डाइसैकेराइड्स के दो उदाहरण लिखिए।

....

6. राइबोज की संरचना बनाइये।

....

7. ज्विटर आयन क्या है?

....

8. पेप्टाइड को परिभाषित कीजिए।

....

9. डाइसल्फाइड बन्ध क्या होते हैं?

....

10. दो आवश्यक अमीनो अम्ल के नाम लिखिए।

....

11. सरल लिपिड क्या होते है?

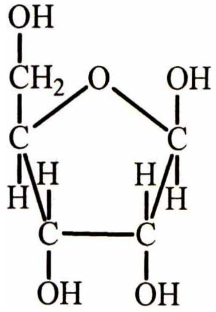
....

12. यौगिक लिपिड्स की श्रेणी में किन्हें रखा गया है?

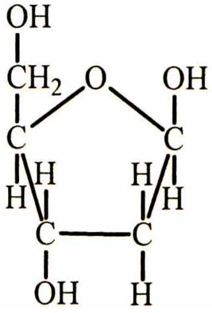
....

1.12 न्यूक्लिक अम्लों की संरचना (Structure of Nucleic Acids):

न्यूक्लिक अम्ल का अणु एक लम्बी बहुलक (polymer') अथवा पॉलीन्यूक्लियोटाइड (polynyucleotide) श्रृंखला के रूप में उपस्थित होता है। यह लम्बी श्रृंखला न्यूक्लियोटाइड के एकलकों (monomers) से बनी होती है। प्रत्येक न्यूक्लियोटाइड में एक न्यूक्लियोसाइड (nucleosides) और एक फास्फेट समूह होता है तथा प्रत्येक न्यूक्लियोसाइड में एक शर्करा (sugar) अणु और एक क्षारक (base) होता है। RNA में पाई जाने वाली शर्करा, राइबोस (ribose) एवं DNA में पाई जाने वाली शर्करा डीऑक्सीराइबोस (deoxyribose) होती है।



राइबोस शर्करा



डीऑक्सी राइबोस शर्करा

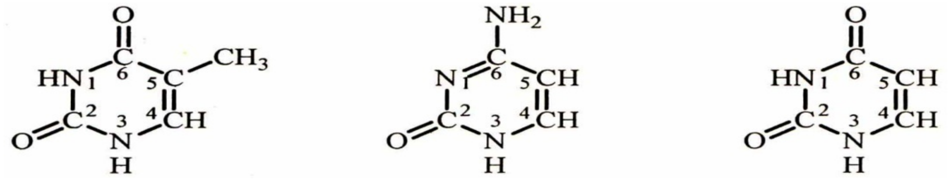
I. क्षारक (Bases)

क्षारक दो प्रकार के होते हैं - पिरिमिडीन (pyrimidines) और प्यूरीन (purines) न्यूक्लिक अम्लों में मुख्य तीन प्रकार के पिरामिडीन क्षारक पाए जाते हैं -

1) थाइमिन(thymine)
2) साइटोसीन (cytosine)
3) यूरैसिल (uracil)

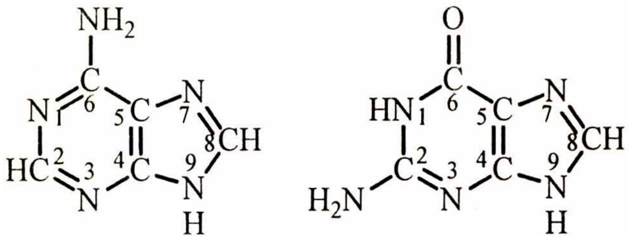
इनमें से DNA में साइटोसीन और थाइमीन तथा RNA में साइटोसीन और यूरैसिल सामान्य रूप में पाए जाते हैं। RNA में थाइमीन के स्थान पर सामान्यत: यूरेसिल पाया जाता है। इसी प्रकार दो मुख्य प्यूरीन क्षारक हैं -

1) एडेनीन (adenine)
2) ग्वानीन (guanine)



थायमीन साइटोसीन यूरेसिल

विभिन्न पिरिमिडीन की संरचना



एडेनीन ग्वानीन

विभिन्न प्यूरीन की संरचना

II. न्यूक्लिओसाइड (Nucleosides)

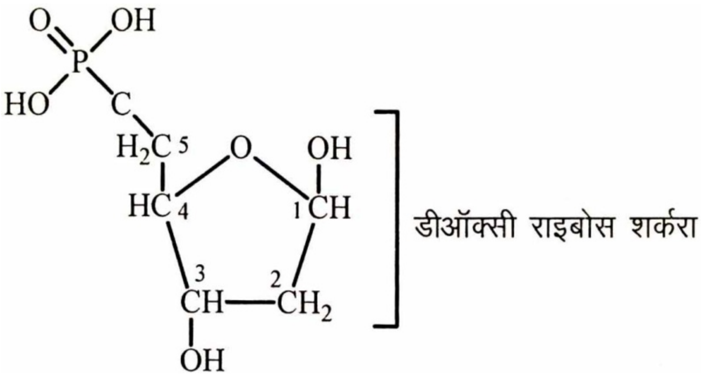
DNA में चार विभिन्न प्रकार के न्यूक्लिओसाइड होते हैं -

1) डीऑक्सीसाइटिडीन (deoxycytidine)
2) डीऑक्सीथाइमिडीन(deoxythymidine)
3) डीऑक्सीएडेनोसीन (deoxyadenosine)
4) डीऑक्सीग्वानोसीन (deoxyguanosine)

RNA में डीऑक्सीराइबोस के स्थान पर राइबोस शर्करा एवं थाइमीन क्षारक के स्थान पर यूरेसिल क्षारक होता है। अत: RNA में निम्नलिखित न्यूक्लिओसाइड होते हैं :-

1) साइटिडीन (cytidine)
2) यूरिडीन (uridine)
3) एडेनोसीन (adenosine)
4) ग्वानोसीन (guanosine)

एक न्यूक्लिओसाइड की शर्करा का कार्बन नम्बर 1, पिरिमिडीन के तीसरे स्थान वाली नाइट्रोजन के साथ अथवा प्यूरीन की नवें स्थान वाली नाइट्रोजन के साथ जुड़ा रहता है।



डीऑक्सीराइबोस शर्करा का एक अणु जिसके 5' स्थल पर एक फॉस्फेट समूह जुड़ता है।

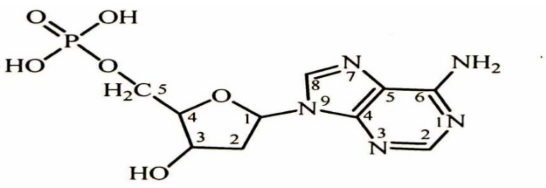
III. न्यूक्लिओटाइड (Nucleotides)

एक न्यूक्लिओसाइड के साथ फॉस्फोरिक अम्ल के एक अणु के संयोग से एक न्यूक्लियोटाइड बनती है। फॉस्फेट समूह शर्करा अणु के कार्बन नम्बर 5 से अथवा कार्बन नम्बर 3 से सहलग्न रहता है। शर्करा में फॉस्फेट समूह से सहलग्न स्थान के अनुसार ही न्यूक्लिओटाइडों को 5'p3'OH न्यूकलिओटाइड तथा 3'p5'OH न्यूक्लिओटाइड कहा जाता है। राइबोस शर्करा में, फॉस्फेट समूह कार्बन नम्बर 2 से भी सहलग्न हो सकता है, क्योंकि इसमें नम्बर 2 से भी सहलग्न हो सकता है, क्योंकि इसमें नम्बर 2 स्थान पर भी हाइड्रोक्सिल समूह (hydroxyl group) उपलब्ध होता है। जीवों की न्यूक्लिओटाइडों में प्राय : शर्करा के 5वें या तीसरे स्थान पर ही फॉस्फेट जुड़ा होता है। इस प्रकार DNA में निम्न चार न्यूक्लिओटाइड पाई जाती है।

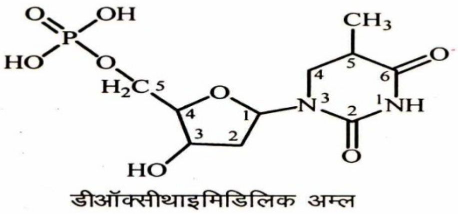
1) डीऑक्सीसाइटिडिलिक अम्ल (deoxycytidylic acid) या डीऑक्सीसाइटिडिलेट (deoxycytidylate)
2) डीऑक्सीथाइमिडिलिक अम्ल (deoxythymidylic acid) या डीऑक्सीथाइमिडिलेट (dexythymidylate)
3) डीऑक्सीएडीनिलिक अम्ल (deoxyadenylic acid) या डीऑक्सीएडीनिलेट (deoxyadenlate)
4) डीऑक्सीग्वानिलिक अम्ल (deoxyguanylic acid) या डीऑक्सीग्वानिलेट (deoxyguanylate)

इसी प्रकार RNA' में निम्न चार न्यूकिल्ओटाइड पाई जाती है -

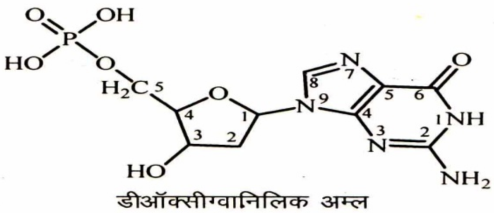
1) साइटिडिलिक अम्ल (cytidylic acid) या साइटिडिलेट (cytidylate)
2) यूरिडिलिक अम्ल (uridylic acid) या यूरिडिलेट (uridylate)
3) एडेनिलिक अम्ल (adenylic acid) या एडेनिलेट (adenylate)
4) ग्वानिलिक अस्त (guanylic acid) या ग्वानिलेट (guanylate)



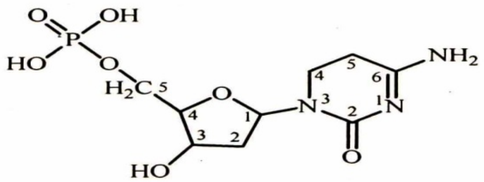
डीऑक्सीएडिनीलिक अम्ल



डीऑक्सीथाइमिडिलिक अम्ल



डीऑक्सीग्वानिलिक अम्ल



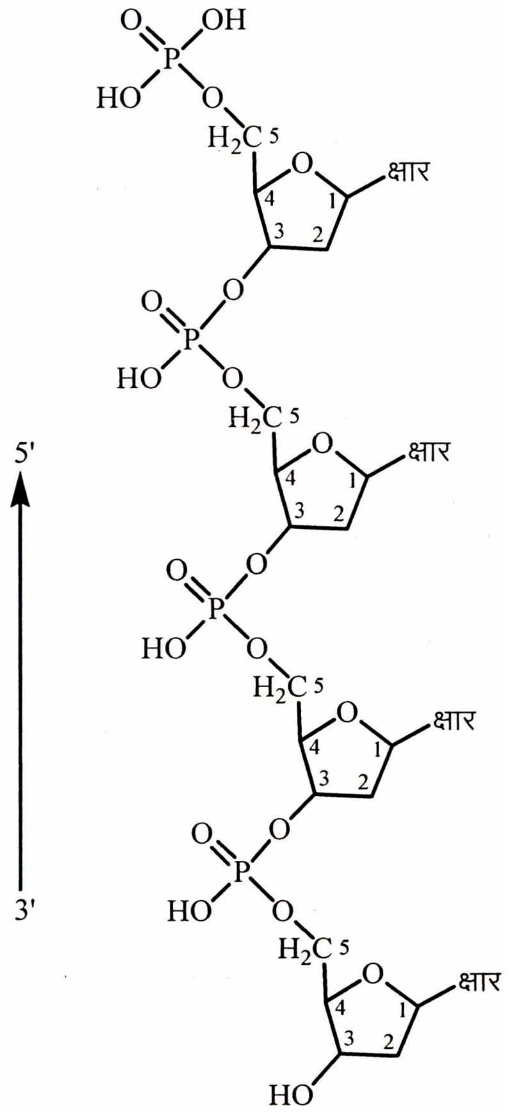
डीऑक्सीसाइटीडिलिक अम्ल

चित्र 1.8-DNA में मिलने वाले विभिन्न न्यूक्लियोटाइड

IV. पॉलिन्यूक्लियोटाइड (Polynucleotides)

बहुत से न्यूक्लियोटाइड एकलक एकक (monomer units) मिलकर फॉस्फोडाइएस्टर (phosphodiester) बंधनों से एक पॉलिन्यूक्लियोटाइड श्रृंखला बना सकते हैं। वह एस्टर जिसमें दो एस्टर बन्धन =(ester bonds) होते हैं डाइएस्टर बन्धन कहलाता है। एक फॉस्फोडाइएस्टर बन्धन दो आसन्न न्यूक्लिओटाइडों के बीच पाया जाता है।

इस प्रकार की पॉलिन्यूक्लियोटाइड श्रृंखला में एक ऐसी दिशा होगी, जिससे यदि यह C^3 (कार्बन नम्बर 3) से आरम्भ होती है तो C^5 (कार्बन नम्बर 5) पर समाप्त होगी। यदि यह C^5 से आरम्भ होती है तो C^3 पर समाप्त होगी। इन दोनों छोरों में से किसी एक पर फॉस्फेट समूह तथा दूसरे पर हाइड्रॉक्सिल समूह होता है। जैसे 5'p3'OH डाइन्यूक्लिओटाइड (dinucleodide) का अर्थ होगा कि इस श्रृंखला में दो न्यूक्लिओटाइड एकक हैं और इसके 5' छोर पर फॉस्फेट समूह एवं 3' छोर पर हाइड्रॉक्सिल समूह है।



चित्र 1.9-एक पॉलीन्यूक्लियोटाइड श्रृंखला. जिसमें फॉस्फोडाइएस्टर बन्धनों को दिखाया गया है।

1.13 बीडीऑक्सीराइबोन्यूक्लिक अम्ल : B DNA deoxyribonucleic acid : B DNA) :

जे.डी. वॉट्सन (J.D. Watson) और एफ.एच.सी. क्रिक (F.H.C Crick) ने 1953 में यह खोज की थी कि DNA पर एक द्विक कुण्डलीय (double helical) संरचना है जिसमें दो पॉलिन्यूक्लिओटाइड श्रृंखलाएँ होती है। ये दोनों श्रृंखलाएँ हाइड्रोजन बन्धनों द्वारा परस्पर जुडी रहती है तथा प्रतिसमान्तर (antiparallel) दिशाओं में विन्यासित (oriented) होती है।

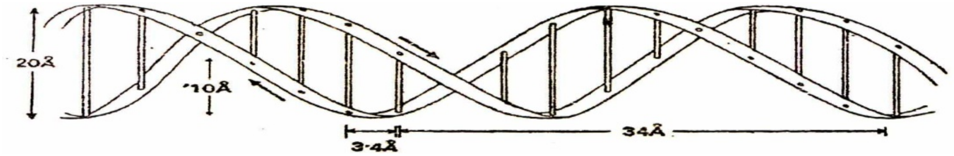
1) एडेनीन (A) अणुओं की संख्या सदा थाइमीन (T) अणुओं की संख्या के समान होती है।
2) साइटोसीन (C) अणुओं की संख्या सदा ग्वानीन (G) अणुओं की संख्या के समान होती है।

3) एडेनीन अणुओं की संख्या ग्वानीन अणुओं की संख्या के समान होनी आवश्यक नहीं होती और ठीक इसी प्रकार साइटोसीन एवं थाइमीन अणुओं की संख्या में भी परस्पर कोई समानता नहीं होती।

एम.एच.एफ. विल्किंस (M.H.F. Wilkins) और उनके सहयोगियों ने एक्स-रे क्रिस्टेलोग्रेफी (X-ray crystallography) द्वारा भी DNA की संरचना का अध्ययन किया था। इस प्रकार के अध्ययनों से ज्ञात हुआ कि परम की संरचना कुण्डलीय होती है जिसका व्यास 20A (2m) और चूड़्यान्तर (pitch) की दूरी लगभग 34Å (3.4mm) तक होती है। रासायनिक विश्लेषण तथा एक्स-रे क्रिस्टेलोग्रेफी के इन मुख्य अध्ययनों के अनुसार अब DNA अणु के निम्न लक्षण है -

1) DNA एक द्विक कुण्डली (double helix) का बना होता है, जिसमें दो पॉलिन्यूक्लियोटाइड श्रृंखलाऐं एक ही अक्ष के चारों ओर इस प्रकार कुण्डलित रहती हैं कि ये केवल विकुण्डलन (uncoiling) द्वारा ही एक दूसरे से पृथक् हो सकती हैं और उनका पार्श्वीय (internal separation) सम्भव नहीं होता है।
2) DNA के क्षारक एक ऐसे तल पर स्थित होते है जो DNA की लम्बाई के अक्ष के साथ समकोण बनाता है।
3) क्योंकि एडेनीन थाइमीन के साथ तथा साइटोसीन ग्वानीन के साथ जुड़ी रहती हैं, इसलिए प्रतिसमान्तर दिशा में विन्यासित दो पॉलिन्यूक्लिओटाइड श्रृंखलाओं में क्षारक अनुक्रम सम्पूरक होते हैं।
4) दो निकटवर्ती क्षारक युग्मों के बीच 3.4Å (0.34 mm) की दूरी होती है और क्योंकि प्रत्येक चक्कर की लम्बाई 34Å (3.4 nm) होती है, अत: प्रत्येक चक्कर में 10 क्षारक युग्म होते हैं।

क्षारक युग्मन (base pairing) का उपरोक्त चयन इसलिए भी ठीक है क्योंकि एक परम अणु का व्यास स्थायी रूप से 20Å (2nm) होता है और दोनों प्यूरीनों को युग्मन के लिए 20Å से अधिक दूरी की ओर दो पिरिमिडीनों को 20Å से कम दूरी की आवश्यकता होगी। जब एक पिरिमिडीन का युग्मन हमेशा एक प्यूरीन के साथ होता है तो क्षारक युग्मों के बीच की दूरी समान बनी रहती हैं।



चित्र 1.10 - वाट्सन एवं क्रिक द्वारा प्रस्तुत DNA का एक द्विकुण्डली मॉडल।

IV राइबोन्यूक्लिक अम्ल अथवा RNA (Ribonucleic acid or RNA)

रासायनिक विश्लेषण करने पर पर DNA और RNA की पॉलिन्यूक्लियोटाइड श्रृंखलाओं में निम्न दो मुख्य अन्तर मिलते हैं -

1) DNA में डीऑक्सीराइबोस शर्करा होती है जबकि RNA में राइबोस शर्करा पाई जाती है।
2) DNA में पाए जाने वाले चारे क्षारक एडेनीन, ग्वानीन, थाइमीन एवं साइटोसीन हैं जबकि RNA में पाए जाने वाले चार क्षारक एडेनीन, ग्वानीन, यूरेसिल तथा साइटोसीन है।

DNA सम्भवतः हमेशा आनुवंशिक होता है, जबकि RNA केवल कभी-कभी ही आनुवंशिक होता है। इससे यह भी तात्पर्य है कि यद्‌यपि कुछ जीवों में आनुवंशिक सूचना का सम्भरण (storage) एवं वहन (transmission) भी RNA द्‌वारा किया जा सकता है।

1.13.1 आनुवंशिक RNA (Genetic RNA):

अधिकांश पादप विषाणुओं (plant viruses) तथा कुछ जीवाण्वीय विषाणुओं (bacterial viruses) में आनुवंशिक सामग्री RNA ही होती है। इस प्रकार के आनुवंशिक RNA में वह सब सूचना होती है जो उच्च श्रेणी के जीवों में मिलने वाले पर मे सामान्य रूप से पाई जाती है। इस प्रकार के उदाहरणों में RNA ही DNA का स्थान ले लेता है। इन विषाणुओं में मिलने वाला RNA एकसूत्री या द्‌विसूत्री हो सकता है। जब RNA द्‌विसूत्री होता है तो सामान्यत: इसमें क्षारक युग्मन उसी प्रकार होता है, जिस प्रकार DNA में होता है।

सारणी-4

विषाणु	RNA का रूप
Plant viruses	
i) TMV-	Single stranded
ii) Wound Tumour	Double stranded
Animal viruses	
i) Influenza virus	Single stranded
ii) Rous sarcoma	Single stranded
iii) Poliomyclitis	Single stranded
iv) Reovirus	Double stranded
Bacteriophages	
i) MS_2, F_3	Single stranded

1.13.2 अनआनुवांशिक RNA (Non-genetic RNA)

अधिकांश जीवों में आनुवंशिक सूचना DNA में होती है और DNA के रूप में ही एक से पीढ़ी को प्रेषित (transmit) होती है। इन जीवों में, यद्‌यपि RNA एक बड़ी मात्रा में पाया जाता है तथापि आनुवंशिक की यह मात्रा आनुवंशिक सामग्री के रूप में कार्य नहीं करती। इस आनुवंशिक RNA का संश्लेषण DNA टेम्पलेट (DNA template) पर होता है और यह कई प्रकार का होता है :-

(i) मैसेंजर RNA (messenger RNA) अथवा mRNA

यह RNA उस आनुवंशिक सूचना को जो DNA में होती है, एक स्थान रो दूसरे स्थान पर ले जाता है तथा कोशिका में होने वाले सम्पूर्ण RNA का लगभग 5% से 10% भाग बनाता है।

इस प्रकार RNA अल्पायु (short lived) होता है। अत: इसका संश्लेषण अपेक्षाकृत तीव्र गति से होता है।

(ii) ट्रांसफर RNA (transfer RNA) अथवा tRNA

इस RNA को विलयशील RNA (soluble RNA) या sRNA भी कहा जाता है। यह सम्पूर्ण RNA का लगभग 10% से 15% भाग बनाता है। ये RNA के सबसे छोटे अणु होते हैं। क्योंकि इनका कार्य मुख्यत: अमीनो अम्लों को प्रोटीन संश्लेषण स्थल पर पहुँचाना है, इसलिए इन्हें ऐडैप्टर (adapter) अणु भी कहा जाता है।

(iii) **राइबोसोमी RNA (ribosomal RNA) अथवा iRNA**

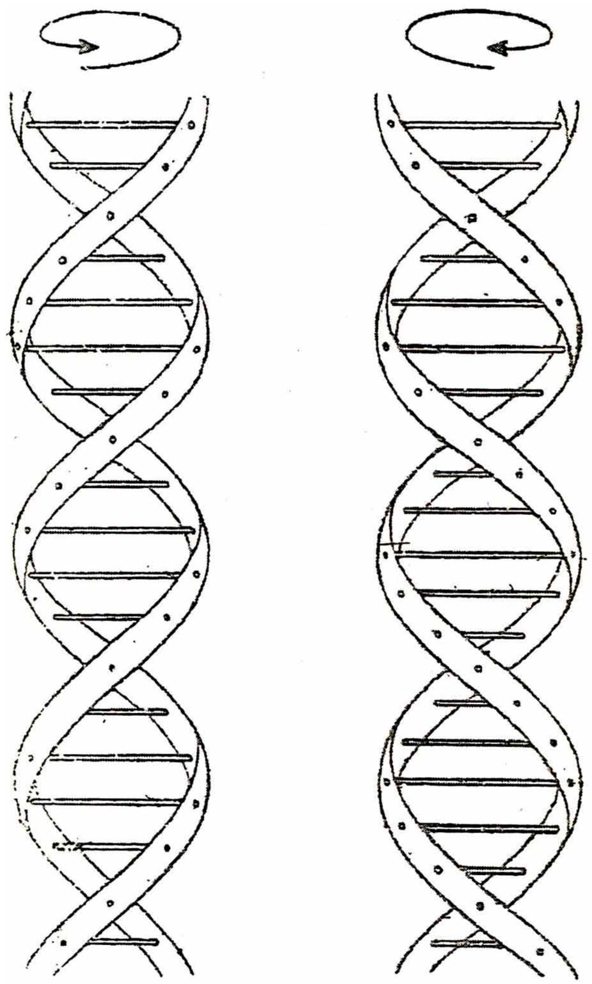
यह RNA का सबसे स्थाई रूप होता है और राइबोसोमों की संरचना का 40% से 60% भाग बनाता है। कोशिका से पाए जाने वाले सम्पूर्ण RNA का यह लगभग 80% अंश होता है।

1.14 Z-DNA अथवा वामहस्त डी.एन.ए. (Left handed DNA):

यह DNA टेड़ा-मेढ़ा (zig-zag) होने के कारण इसे Z-DNA कहा जाता है। B-DNA से इसकी समानताएँ तथा असमानताएँ निम्नलिखित है।

सारणी 5 - B-DNA तथा Z-DNA की द्विक कुण्डलियों की तुलना

लक्षण	**B DNA**	**Z DNA**
I समानताएँ		
(अ) संरचना	द्विकुण्डलित	द्विकुण्डलित
(ब) सूत्रों की दिशा	प्रतिसमानान्तर	प्रतिसमानान्तर
(स) क्षार युग्मन	G=C युग्मन	G=C युग्मन
II असमानताएँ		
(i) कुण्डलन	दक्षिणहस्त(Right handed)	वामहस्त(Left handed)
(ii) कुण्डलों का संरूपण नियमित	(Regular)	टेड़ा मेढ़ा (zig zag)
(iii) एक सूत्र में आसन्न श्करा का विन्यास	समान	विपरीत
(iv) पुनरावृत इकाई	मोनोन्यूकिलयोटाइड	डाईन्यूक्लियोटाइड
(v) प्रत्येक घुमाव में अवशेष	10	12 (6 द्विक)
(vi) प्रत्येक इकाई का घुमाव	36°	60 °
(vii) हलिक्स पिच	34A°	45 A°
(viii) व्यास	~20 A°	~18 A°
(ix) अक्ष से फॉस्फेट समूह की दूरी		
GpC	9 A°	8 A°
CpG	9 A°	6.9 A°



चित्र 1.11 - DNA की दो द्विकुण्डलियाँ (helix), जिसमें एक दाहिनी दिशा में कुण्डलित है (जैसा B DNA में पाया जाता है), और दूसरी, बाई ओर कुण्डलित है (जैसा Z-DNA में पाया जाता है)।

Z-DNA की डाइन्यूक्लियोटाइड इकाई B-DNA की दो मोनोन्यूक्लियोटाइड इकाई

Z-DNA तथा B-DNA में आसन्न शर्करा का अभिविन्यास

1.15 केन्द्रीय डोग्मा अवधारणा (Central Dogma Concept):

इस शब्द का सर्वप्रथम उपयोग क्रिक (1956) के द्वारा DNA, RNA, तथा प्रोटीन अणुओं के बीच पारस्परिक सम्बन्धों की व्याख्या करने के लिए किया गया था। यह स्पष्ट है कि प्रोटीन

संश्लेषण के दौरान DNA का स्व प्रतिकृतिकरण (self replication) होता है और इसमें m-RNA, r- RNA एवं t- RNA आदि प्रकार के RNA 's सक्रिय योगदान देते हैं। यह DNA स्वयं की पुनरावृत्ति तो प्रोटीन संश्लेषण के दौरान करता ही है, परन्तु इसके साथ ही यह सभी तरह के आनुवंशिक RNA के संश्लेषण को भी संचालित करता है। ये RNA प्रोटीन संवर्धन में विशेष भूमिका निभाते हैं। अत: प्रोटीन संश्लेषण में पहले अनुलेखन के अन्तर्गत आनुवंशिक सूचना m- RNA पर स्थानान्तरित होती है, इसके बाद अनुलिपिकरण के दौरान यह संदेश m-RNA से प्रोटीन की भाषा में अनुवादित होता है।

इस प्रकार यह कहा जा सकता है कि प्रोटीन संश्लेषण के लिए आनुवंशिक संदेशों का संचरण केवल एक दिशा में ही (undirectional) होता है। यह सम्प्रेषण DNA $\rightarrow$ m-RNA $\rightarrow$ प्रोटीन के अनुक्रम में होता है। क्रिक (Crick, 1958) के अनुसार आनुवंशिक सूचनाओं के इस एकदिशीय सम्प्रेषण (unidirectional communication) को केन्द्रीय डोग्मा (central dogma) कहते हैं। इसके बाद बैरी कामनर (Barry Commoner, 1968) और टेमिन (Temin 1970) ने भी सजीवों में आनुवंशिक सूचनाओं के संचरण की अन्य अवधारणाएँ प्रस्तुत की है।

1.15.1 आनुवांशिक सूचनाओं के सम्प्रेषण की अवधारणाएँ (Concepts About the Communication of Genetic Information)

DNA, RNA तथा प्रोटीन के बीच आनुवंशिक सूचनाओं के सम्प्रेषण के बारे में तीन विचारधाराएँ इस प्रकार प्रस्तुत की गई है -

1) एकदिशीय सम्प्रेषण (Undirectional Communication)

इसके अनुसार प्रोटीन संश्लेषण के अंतर्गत आनुवंशिक सूचनाओं का सम्प्रेषण केवल एक ही प्रक्रिया में m-**RNA** के **DNA** द्वारा स्थानान्तरित होती है। सबसे पहले ये सूचनाएं अनुलेखन (transcription) प्रक्रिया में **DNA** से **mRNA** में स्थानान्तरित होता है। इसके बाद विभिन्न प्रकार के **RNA** के माध्यम से mRNA, इन आनुवंशिक सूचनाओं का प्रोटीन की भाषा में अनुलिपिकरण (translation करता है। इस विचारधारा को सेंट्रल डोग्मा (central dogma) भी कहा जाता है।

DNA $\longrightarrow$ m-RNA $\longrightarrow$ प्रोटीन

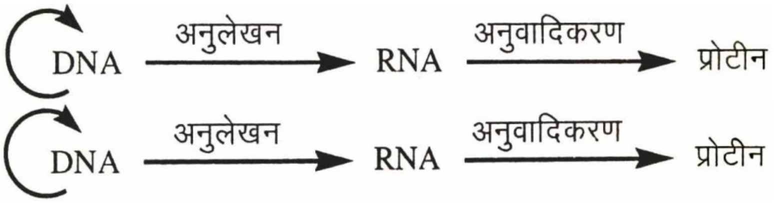
2) वृत्ताकार सम्प्रेषण (Circular Communication)

यह अवधारणा पहली बार बैरी कमान (Barry Commoner, 1968) के द्वारा प्रस्तुत की गई थी। उनके अनुसार RNA को अनुलेखन के द्वारा प्रोटीन संश्लेषण के लिए DNA से सूचनाएँ प्राप्त होती है। DNA द्वारा सम्प्रेषित इन सूचनाओं का RNA द्वारा अमीनों अम्लों (AA) में अनुवाद होता है एवं प्रोटीन बनते हैं। यह क्रम आगे चलता है, अर्थात् इसके बाद प्रोटीन अणु RNA संश्लेषण को निर्देशित करते हैं। ये RNA अनुलेखन को निर्देशित करते हैं तथा इसके बाद यह RNA अनुलेखन (transcription) के द्वारा DNA संश्लेषण को निर्देशित करता है।

अत: इस विचारधारा के अनुसार सूचनाओं का सम्प्रेषण का यह क्रम वृत्ताकार रूप (circular fashion) में लगातार संचालित रहता है।

3) प्रतिलोमी सम्प्रेषण (Reverse Communication)

यह अवधारणा सर्वप्रथम टेनिन (Temin, 1964) द्वारा प्रस्तुत की गई थी, उसके बाद सन् 1970 में उनके द्वारा ही इसका परिवर्धित प्रारूप प्रस्तुत किया गया था। इस अवधारणा को टेमिनिज्म (Teminism) भी कहते हैं। टेमिन (1960) ने सबसे पहले RNA अर्बुद वाइरस (RNA Tumor Virus) से एक विशेष एन्जाइम RNA आधारित DNA पॉलीमरेज (RNA dependent DNA polymerase) को पृथक अथवा वियुक्त (Isolate) किया। इस एन्जाइम को प्रतिलोमी ट्रान्सक्रिप्टेज (revere transcriptase) भी कहते हैं। इसमें एकरज्जुकी वाइरस RNA को टेम्पलेट (template) के रूप में प्रयुक्त करके उससे द्विरन्तजुकी DNA का निर्माण कर सकने का अनूठा गुण होता है अत: इस विचारधारा को प्रतिलोमी अनुलेखन (Reverse transcription) या प्रतिलोमी केन्द्रीय डोग्मा (Reverse Central Dogma) भी कहा जाता है।



(ब) अनुलेखनी सूचनाओं का प्रतिलोमी सम्प्रेषण

बोध प्रश्न

13. प्यूरीन तथा पिरामिडीन्स में अन्तर बताइये।

……………………………………………………………………………….

14. न्यूक्लियोसाइड क्या होते हैं?

…………………………………………………………………………….

15. एडिनीन, थायमीन के बीच कितने हाइड्रोजन बन्ध बनते हैं?

……………………………………………………………………………….

16. DNA में कौनसी शर्करा पाई जाती है?

……………………………………………………………………………….

17. DNA के चार न्यूक्लियोटाइड के नाम लिखो

……………………………………………………………………………….

18. B-DNA और Z-DNA में अन्तर बताइये।

……………………………………………………………………………….

19 शर्करा के कौनसे कार्बन से फॉरफेट समूह जुड़ता हैं?

……………………………………………………………………………….

20. जीवन का केन्द्रीय वाद क्या है?

……………………………………………………………………………………………………….

1.16 सारांश (Summary):

सजीवों की रासायनिक संरचना में आधे से ज्यादा कोशिकीय भाग कार्बन का होता है। सजीवों के रासायनिक संगठन में सहसंयोजक बन्धों के द्वारा जटिल जैव अणुओं का निर्माण होता है। जैव अणुओं के बिल्डिंग ब्लॉक्स (building blocks) के द्वारा अधिक जटिल अणु जैसे पॉलीसैकेराइड्स पॉलीपेप्टाइड्स तथा पॉलीन्यूक्लियोटाइड्स का संश्लेषण होता है। ये सभी वृहत्तअणु, सामान्य पूर्ववर्ती अणुओं के बहुलक (polymer) होते हैं। बहुत से ऐसे जैव अणु होते हैं जो बहुक्रियात्मक (polyfunctional) होते हैं, क्योंकि इनमें दो या अधिक प्रकार के क्रियात्मक समूह उपस्थित होते हैं। किसी यौगिक की रासायनिक विशिष्टता उसके क्रियात्मक समूह की संरचना तथा त्रिविमीय विन्यास में उसकी स्थिति पर निर्भर करती है।

कार्बोहाइड्रेट मुख्य रूप से मोनोसैकेराइड्स ऑलीगोसैकेराइड्स तथा पॉलीसैकेराइड्स में विभक्त होते हैं। मोनोसैकेराइड्स ऑलीगोसैकेराइड्स तथा पॉलीसैकेराइड्स के एकलक (monomer) होते हैं। ग्लूकोज, राइबोज तथा डीऑक्सी-राइबोज जैविक रूप से महत्वपूर्ण मोनोसैकेराइड्स होते हैं। ऑलीगोसैकेराइड्स में सुक्रोज तथा लैक्टोज मुख्य डाइसैकेराइड्स हैं। पॉलीसैकेराइड्स मुख्य रूप से संग्रहण तत्व (storage element) तथा संरचनात्मक तत्व (structural element) की तरह कार्य करते हैं।

लगभग सभी जैविक प्रक्रियाओं में प्रोटीन महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। यहाँ तक कि कोशिकाओं में रसायन स्थानान्तरण को भी प्रोटीन्स के द्वारा निर्धारित किया जाता है। प्रोटीन की संरचनात्मक इकाई अमीनो अम्ल होते हैं। जीवाणु से मनुष्य तक सभी जातियों में 20 प्रकार के अमीनों अम्ल, प्रोटीन बनाते हैं। इन अमीनो अम्लों कीं पार्श्व श्रृंखला आकार, आकृति, आवेश, हाइड्रोजन-बन्धन की क्षमता तथा रासायनिक सक्रियता के आधार पर भिन्न होती है। पार्श्व श्रृंखला के प्रकार के आधार पर प्रोटीन्स को सात समूहों में विभक्त किया गया है। बहुत से अमीनो अम्ल, पेप्टाइड बन्ध के द्वारा जुड़कर एक पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला बनाते है। प्रोटीन संरचना चार प्रकार (प्राथमिक, द्वितीयक, तृतीयक, चतुष्की) की हो सकती है। प्रोटीन का त्रिविमीय विन्यास इसके जैविक रूप से सक्रिय होने के लिए बहुत आवश्यक होता है।

लिपिड, यौगिकों का वह समूह है, जो कार्बनिक विलायकों में घुलनशील होते हैं। लिपिड्स को सरल, यौगिक तथा व्युत्पन्न लिपिड्स में वर्गीकृत किया गया है। वरना, तेल तथा मोम सरल लिपिड की श्रेणी में आते हैं, जो वसीय अम्लों तथा एल्कोहॉल के बने होते हैं। फॉस्फोलिपिड, ग्लायकोलिपिड सल्फोलिपिड, अमीनोलिपिड तथा लाइपोप्रोटीन, यौगिक लिपिड के उदाहरण हैं, जिनमें वसीय अम्ल तथा एल्कोहॉल के अतिरिक्त कुछ अन्य समूह तथा तत्व पाये जाते हैं।

न्यूक्लिक अम्ल, न्यूक्लियोटाइड के बहुलक हैं। एक न्यूक्लियोटाइड नाइट्रोजनी क्षारक, पेन्टोज शर्करा तथा अकार्बनिक फॉस्फेट समूह के बने होते हैं। दो प्रकार के नाइट्रोजन क्षारक प्यूरीन्स तथा पिरिमिडीन्स पाये जाते हैं। एडिनीन (A) तथा ग्वानीन (G), प्यूरीन जबकि साइटोसीन (C), थायमीन (T) एवं यूरेसिल (U) पिरिमिडीन्स हैं। RNA में थायमीन के स्थान पर यूरेसिल पाया जाता है। DNA में डीऑक्सी-राइबोस शर्करा जबकि RNA में राइबोस शर्करा पाई जाती है।

DNA द्विकुण्डलित सूत्र के रूप में पाया जाता है, जिसमें दो सूत्रों के नाइट्रोजन क्षारक अणु के केन्द्र में उपस्थित होते हैं, जबकि बाहर की ओर शर्करा-फॉस्फेट आधार श्रृंखला (backbone) पाई जाती है। RNA एकसूत्रीय रूप में प्रोटीन संश्लेषण में महत्वपूर्ण भूमिका प्रदर्शित करता है। जिन सजीवों में DNA उपस्थित नहीं होता वहाँ RNA आनुवांशिक तत्व की तरह कार्य करता है।

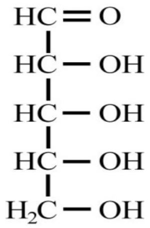
1.17 शब्दावली (Glossary):

1. जैव अणु	Biomolecules
2. उभयधर्मी गुणधर्म	Amphoteric Properties
3. जलविरोधी बन्ध	Hydrophobic Bonds
4. केन्द्रीय डोग्मा	Central Dogma
5. अनुलेखन	Transcription
6. अनुवादिकरण	Translation

1.18 संदर्भ ग्रन्थ (References books):

1. बायोटेक्नोलॉजी 1 - राजेश्वरी एस. सेट्टी तथा जी.आर वीना
2. प्रिंसिपल्स ऑफ बायोकेमिस्ट्री - लेनिन्जर
3. बायोकैमिस्ट्री - पॉवर एण्ड चटवाल
4. फण्डामैण्टल्स ऑफ बायोकेमिस्ट्री - जे.एल. जैन

1.19 बोध प्रश्नों के उत्तर

1. सहसंयोजक बन्ध
2. एल्कोहॉल
3. जैव अणु, वृहत्त अणु हैं, जो पूर्वावर्ती अणुओं के बहुलक हैं।
4. $C_nH_{2n}O_6$
5. माल्टोज एवं लेक्टोज
6. 
राइबोस की संरचना
7. ये द्विध्रुवीय आयन हैं, जिन पर नेट आवेश शून्य होता है।
8. दो या अधिक अमीनो अम्लों के पेप्टाइड बन्धों द्वारा जुड़ने पर एक पेप्टाइड बनता है।
9. पॉलीपेप्टाइड की दो समान्तर श्रृंखलाएं सिस्टीन अवशेषों पर डाइसल्फाइड बन्ध द्वारा संयोजित होती है।
10. ग्लाइसीन एवं ल्यूसिन
11. ये विभिन्न प्रकार के एल्कोहॉलों के साथ वसीय अम्लों के एस्टर्स होते हैं।

12. जब सरल लिपिड्स के साथ कुछ अतिरिक्त यौगिक जैसे - फॉस्फोरिक अम्ल, शर्कराएं व प्रोटीन्स भी पाये जाते हैं।
13. प्यूरीन की संरचना दो एरोमैटिक वलय जबकि पिरिमिडीन्स एक एरोमैटिक वलय की बनी होती है।
14. एक शर्करा तथा नाइट्रोजन क्षारक के संयोग से न्यूक्लियोसाइड बनता है।
15. दो हाइड्रोजन बन्ध
16. डी -ऑक्सीराइबोज
17. (अ) डीऑक्सीसाइटिडिलिक अम्ल
    (ब) डीऑक्सीथाइमिडिलिक अम्ल
    (स) डीऑक्सीएडीनिलिक अम्ल
    (द) डीऑक्सीग्वानिलिक अन्त
18. B-DNA की संरचना नियमित द्विकुण्डलित जबकि Z-DNA की टेड़ी-मेढ़ी होती है।
19. पाँचवे कार्बन से।
20. आनुवांशिक सूचनाओं के एकदिशिय सम्प्रेषण को जीवन का केन्द्रीय वाद कहते हैं।

1.20 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question):

1. जीवन का आण्विक आधार क्या है? समझाइये।
2. कार्बोहाइड्रेट्स के रासायनिक संघटन एवं आण्विक संरचना का वर्णन कीजिए।
3. मोनोसैकेराइड्स डाइसैकेराइड्स एवं पॉलीसैकेराइड्स क्या होते हैं? प्रत्येक को उदाहरण सहित समझाइये।
4. अमीनो अम्ल क्या हैं? इनका वर्गीकरण कीजिए तथा इनके गुणों का उल्लेख कीजिए।
5. निम्न पर टिप्पणी लिखिए-
   (अ) पेप्टाइड्स
   (ब) प्रोटीन की तृतीयक संरचना
   (स) संयुग्मित प्रोटीन
6. वसीय अम्लों के रासायनिक संघटन का वर्णन कीजिए।
7. न्यूक्लिक अम्लों की आण्विक संरचना तथा महत्व का वर्णन कीजिए।
8. न्यूक्लियोटाइड्स क्या हैं? एक सामान्यीकृत न्यूक्लियोटाइड के रासायनिक संघटन का वर्णन कीजिए।
9. निम्न पर टिप्पणी लिखिए-
   (अ) प्यूरीन्स तथा पिरिमिडीन्स
   (ब) RNA के प्रकार
   (स) न्यूक्लिओसाइड तथा न्यूक्लियोटाइड

इकाई 2

असीमकेन्द्रकीयों व ससीमकेन्द्रकीयों में DNA प्रतिलिपिकरण, असीमकेन्द्रकीयों व ससीमकेन्द्रकीयों में DNA पुनरूसंयोजन, असीमकेन्द्रकीयों व ससीमकेन्द्रकीयों में जीन संरचना, निवेशित तत्व एवं पक्षांतरक

DNA REPLICATION IN PROKARYOTES AND EUKARYOTES, DNA RECOMBINATION IN PROKARYOTES AND EUKARYOTES, STRUCTURE OF PROKARYOTIC AND EUKARYOTIC GENES, INSERTION ELEMENTS AND TRANSPOSONS

2.0 उद्देश्य
2.1 प्रस्तावना
 2.1.1 मेसल्सन तथा स्टाहल का प्रयोग
 21.2 केरेन्स का ऑटोरेडियोग्राफी प्रयोग
 21.3 टेलर का प्रयोग
2.2 DNA की अर्धसतत् प्रतिकृति
2.3 DNA की एकदिशीय व द्विदिशीय प्रतिकृति
2.4 ससीमकेन्द्रकीयों में DNA प्रतिकृति के विभिन्न चरण
2.5 असीमकेन्द्रकीयों में DNA प्रतिकृति के विभिन्न चरण
2.6 असीमकेन्द्रकीयों व ससीमकेन्द्रकीयों में डी.एन.ए. पुनरूसंयोजन
 2.6.1 हॉलीडे मॉडल द्वारा जीन-विनिमय
 2.6.2 यूकेरियोट्स में द्विसूत्रीय विदलन द्वारा पुनरूसंयोजन
 2.6.3 ड्रोसोफिला में पुन: संयोग
 2.6.4 मक्का में पुन: संयोग
2.7 जीन विनिमय की विधि
2.8 असीमकेन्द्रकीयो तथा ससीमकेन्द्रीयो में जीन संरचना
2.9 जीन की सूक्ष्म संरचना
2.10 प्रोकेरियोटिक जीन
2.11 यूकेरियोटिक जीन

2.11.1 स्पिलिट जीन
2.11.2 ओवाल्ब्यूमिन जीन
2.11.3 अतिव्यापित जीन
2.12 ट्रासपोसोन तथा इनसर्शन एलीमेण्ट
2.13 प्रोकेरियोट्स में ट्रांसपोसोन
2.13.1 कम्पोजिट ट्रांसपोसोन
2.13.2 कॉम्पलैक्स ट्रांसपोसोन
2.14 यूकेरियोटिक ट्रांसपोसोन
2.14.1 यीस्ट Ty एलीमेण्ट
2.14.2 पादपों में AC तथा DS एलीमेण्ट
2.14.3 ड्रोसोफिला में ट्रांसपोसोन
2.15 सारांश
2.16 शब्दावली
2.17 संदर्भ ग्रन्थ
2.18 बोध प्रश्नों के उत्तर
2.19 अभ्यासार्थ प्रश्न

2.0 उद्देश्य (Objective)

इस इकाई के अध्ययन के पश्चात् आपको निम्न बिन्दु स्पष्ट हो जायेंगे -

1. किस प्रकार आनुवांशिक पदार्थ DNA का प्रतिलिपिकरण द्वारा द्विगुणन होता है।
2. किस प्रकार सजातीय गुणसूत्रों में जीन विनिमय के फलस्वरूप नये संयोग प्रकृति में जाति उद्भवन को प्रेरित करते हैं।
3. असीमकेन्द्रकीयों तथा ससीमकेन्द्रकीयों की जीन संरचना।
4. प्रोकेरियोट्स तथा यूकेरियोट्स जीनोम में कुछ अनुक्रम ऐसे होते हैं जो गतिशील होते हैं, जिन्हें पक्षातंरक तथा निवेशित तत्व कहते हैं।

2.1 प्रस्तावना (Introduction)

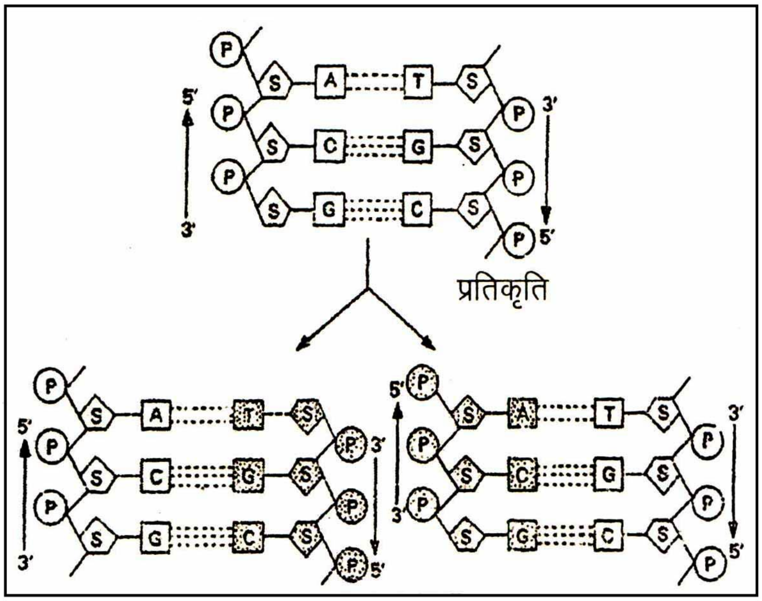
कोशिकीय विभाजन के दौरान आनुवांशिक पदार्थ (DNA) का प्रतिलिपिकरण द्वारा द्विगुणन होता है। प्रतिलिपिकरण के दौरान DNA की संरचना परिवर्तित हो जाती है। DNA के दोनों सूत्रों को एक दूसरे से पृथक् होना पड़ता है, लेकिन यह पृथक्करण एक अस्थायी प्रक्रिया है। वॉटसन तथा क्रिक का दिया गया DNA मॉडल (द्विकुण्डलीय संरचना) प्रतिलिपिकरण की क्रियाविधि को भली-भाँति समझा सकता है। द्विकुण्डलीय संरचना के दोनों सूत्र इसलिए पृथक् हो पाते हैं, क्योंकि ये दोनों कमजोर हाइड्रोजन बन्ध से जुड़े होते हैं। प्रत्येक पॉलीन्यूक्लियोटाइड श्रृंखला नये DNA अणु के संश्लेषण के लिए टेम्पलेट (template) की तरह कार्य करती है। प्रतिलिपिकरण के समय पैतृक सूत्र (parental strand) तथा पुत्री सूत्र (daughter strand) के बीच क्षारक युग्मन नियमों के अनुसार ही सम्पन्न होता है। क्षारक युग्मन के समय एडिनीन (A) हमेशा थायमीन (T) से तथा ग्वानीन (G) हमेशा साइटोसीन (C) के साथ बन्ध बनाती है।

द्विसूत्री DNA की प्रतिकृति की तीन सम्भावित क्रियाविधि हो सकती हैं - (1) संरक्षी (conservative) (11) परिक्षेपी (dispersive) तथा अर्ध-संरक्षी (semi-conservative)

(i) संरक्षी विधि का अर्थ है, कि द्विसूत्री अणु पहले जैसा ही संरक्षित रहे तथा पुराने अणु से उसी प्रकार की नई प्रतिलिपि का संश्लेषण हो।

(ii) परिक्षेपी विधि में, प्रतिकृति के समय पैतृक अणु का विघटन होकर दो नये अणुओं का संश्लेषण होगा।

(iii) अर्धसंरक्षी विधि में DNA के दोनों सूत्र एक दूसरे से पृथक होकर अपने अस्तित्व को बनाये रखेंगे तथा प्रत्येक सूत्र कोशिका में उपलब्ध न्यूक्लियोटाइड पूल (pool) से अपने सम्पूरक (complementary) सूत्र का संश्लेषण कर लेंगे। परिणामस्वरूप नए संश्लेषित अणु में उपस्थित दोनों सूत्र में से एक पैतृक अणु से तथा दूसरा पूरी तरह नए सिरे से संश्लेषित होगा। अधसंरक्षी विधि सर्वाधिक मान्य है, जिसे निम्न प्रयोगों द्वारा सिद्ध किया जा चुका हैं



चित्र 2.। - द्विक कुण्डलीय DNA की मौलिक संरचना एवं उसकी अर्ध-संरक्षी प्रतिकृति।

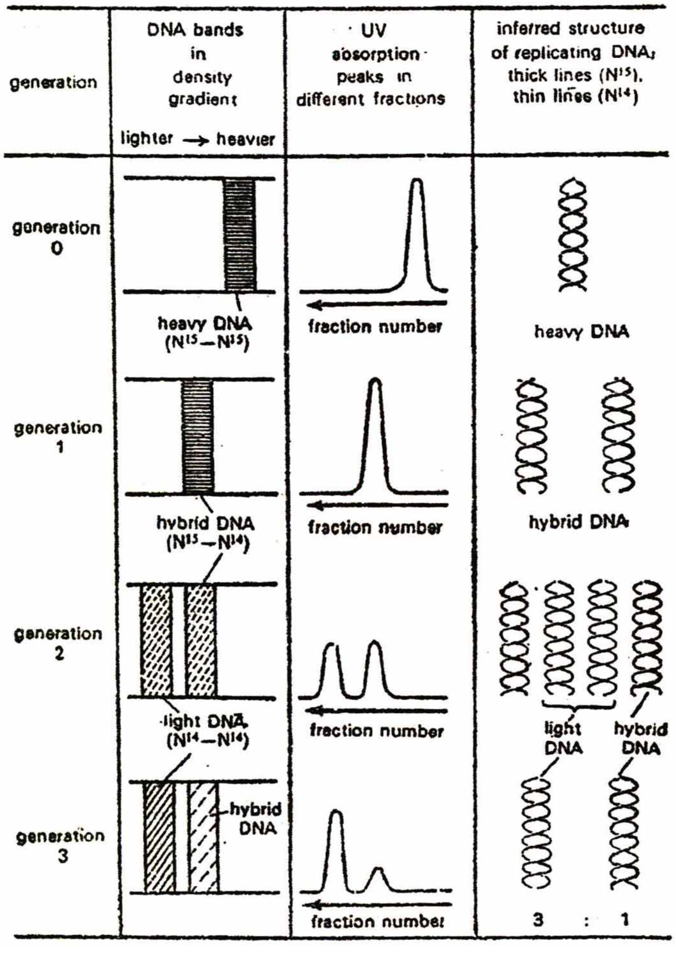
2.1.1 मेसल्सन तथा स्टाहल का प्रयोग (Meselson and Stahl's Experiment)

एम. मेसल्सन (M. Meselson) तथा एफ. डब्लू स्टाहल (F.W। Stahl) ने 1958 में प्रयोगों द्वारा स्पष्ट किया कि द्विसूत्री DNA का प्रतिलिपिकरण अर्धसंरक्षी विधि द्वारा ही संभव है। जिसके लिए निम्न दो सिद्धान्तों का प्रयोग किया -

(i) DNA को भारी नाइट्रोजन (N^{15}) से अंकित कर, उसकी प्रतिकृति साधारण नाइट्रोजन (N^{14}) वाले माध्यम में करवाई। तो बनने वाला नया DNA का एक सूत्र N^{15} युक्त तथा दूसरा N^{14}वाला होगा। पुत्री सूत्र (daughter strand) का घनत्व भी N^{15}तथा N^{14} वाले DNA के बीच का होगा। फिर से प्रतिकृति होने पर अगली पीढ़ियों में घनत्व धीरे-धीरे कम होकर N^{14} DNA के घनत्व के बराबर हो जायेगा।

(ii) दूसरे सिद्धान्त में सीजियम क्लोराइड (caesium chloride) द्‌वारा घनत्व प्रवणता (density gradient) का उपयोग किया। जब लवण के सान्द्र विलयनों का परापकेन्द्रिकरण (अल्ट्रा-centrifugation) किया जाता है, तो एक सतत घनत्व प्रवणता (continous density gradient) बन जाती है।

मेसल्सन एवं स्टाहल ने **एश्चरीश्चिया कोलाई** (Escherichia coli) को 14 पीढ़ियों तक N^{15} युक्त संवर्धन माध्यम में वृद्धि करवाई, जिससे DNA में पाई जाने वाली सम्पूर्ण N^{14} का स्थान N^{15} द्‌वारा ले लिया। इसके बाद पुन: जीवाणु को N^{14} पोषक माध्यम में स्थानान्तरित कर दिया। एक पीढ़ी बाद अध्ययन करने पर देखा, कि पराबैंगनी शोषक प्रतिरूप (UV absorption pattern) में केवल एक घनत्व पट्टी दिखाई देगी। यह पट्टी N^{15} DNA तथा N^{14} DNA के मध्य में थी, यह तभी संभव है जब DNA की प्रतिकृति अर्धसंरक्षी विधि से हो। दो पीढ़ी पश्चात्‌ समान तीव्रता की दो पट्टियाँ प्राप्त हुई। इसके बाद क्रमागत पीढ़ियों में वही दोनों पट्टियाँ प्रकट हुई, लेकिन संकर घनत्व वाली पट्टी की तीव्रता में कमी होती गई तथा हल्के घनत्व की पट्टी की तीव्रता में धीरे-धीरे वृद्धि होती गई।

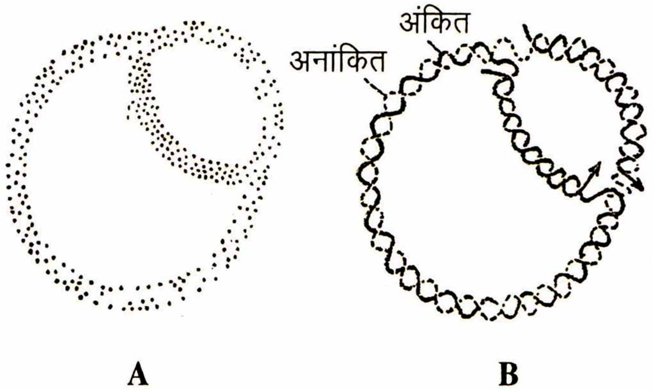


चित्र 2.2 - मेसेल्सन (Meselson) एवं स्टाहल (Stahl) का प्रयोग, जो DNA की अर्धसंरक्षी पुनरावृत्ति को प्रदर्शित करता है।

2.1.2 केरेन्स का ऑटोरेडियोग्राफी प्रयोग (Cairn's Autoradiography Experiment)

जे. केरेन्स (J. Cairn's) ने रेडियोएक्टिव थायमीन का प्रयोग कर ऑटोरेडियोग्राफी द्वारा E. coli में पुनरावृति की अर्धसंरक्षी विधि का प्रदर्शन किया। रेडियोएक्टिव थायमीन (tritiated thymidine), हाइड्रोजन (H^3) का भारी आइसोटोप (isotope) होता है, H^3-Tdk जो थाइमिडीन में पाई जाने वाली सामान्य हाइड्रोजन को प्रतिस्थापित कर ट्रिटिएटेड थाइमिडीन बना देता है। ट्रिटिएटेड थायमिडीन का उपयोग इसलिए किया, क्योंकि थाइमीन क्षारक केवल DNA में होता है और RNA में इसका अभाव होता है। ट्रिटिएटेड थाइमीन DNA का भाग बन जाती है, तथा सामान्य थाइमिडीन को प्रतिस्थापित कर उसका स्थान ले लेती है।

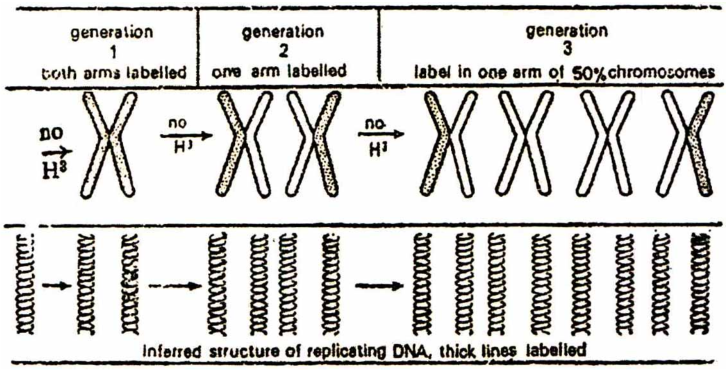
ई. कोलाई को ट्रिटिएटेड थायमिडीन युक्त संवर्धन माध्यम में रखने पर इसकी संतति के DNA अणुओं में रेडियोएक्टिवता का समावेश हो जाता है। इस लेबल्ड DNA की ऑटोरेडियोग्राफी के लिए फोटोग्राफिक इमल्शन (photographic emulsion) पर माउण्ट करने पर अंकित DNA का विसरित (diffused) प्रोफाइल बनता है। अनुलिपिकरण करने वाले DNA में एक पुनरावृत्त द्विशाख (replicating fork) दिखती है, इस बिन्दु पर DNA की दो श्रृंखलाओं से चार श्रृंखलाएँ बनती है। प्रथम पुनरावृत्ति के पश्चात् परम के दोनों सूत्र में से केवल एक सूत्र में रेडियोएक्टिवता का समावेश होता है, इस प्रकार DNA प्रतिलिपिकरण की अर्धसंरक्षी विधि की पुष्टी होती है।



चित्र 2.3 - जीवाणु गुणसूत्र से प्राप्त (A) एक ऑटोरेडियीएग्राफ और (B) उसकी व्याख्या का रैखिक निरूपण।

2.1.3 टेलर का प्रयोग (Taylor's Experiment)

विसिया फाबा (Vicia faba) की मूलाग्र कोशिकाओं में DNA प्रतिलिपिकरण की अर्धसंरक्षी विधि को जे.एच. टेलर तथा सहयोगियों ने प्रदर्शित किया है। रेडियोसक्रिय थायमिडीन वाले संवर्धन माध्यम में मूलाग्र को रखकर, उनकी

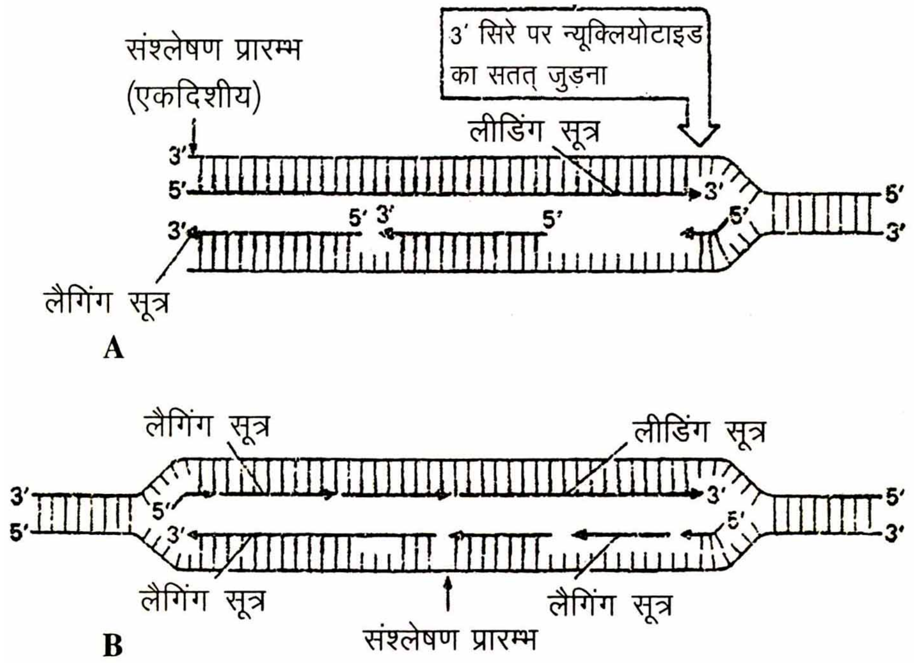


चित्र 24 - टेलर का प्रयोग, जिसमें विसिया फाबा के मूलाग्रों पर ऑटोरेडियोग्राफी तकनीक का उपयोग करके गुणसूत्रों की अर्ध-संरक्षी प्रतिकृति को सिद्ध किया गया था।

कोशिकाओं के DNA में रेडियोसक्रियता का समावेश किया। इसके पश्चात् जब मूलाग्रों को अनांकित (unlabelled) माध्यम में स्थानांतरित किया तो द्विगुणन की पहली पीढ़ी में दोनों अगुणसूत्र अंकित हो गए। अर्थात् प्रत्येक अर्धगुणसूत्र में DNA द्विकुण्डलिनी था और DNA के दोनों सूत्रों में से एक सूत्र अंकित था। द्विगुणन के दूसरे चरण में प्रत्येक गुणसूत्र के दोनों अर्धगुणसूत्र में से केवल एक अर्धगुणसूत्र ही अंकित पाया गया। गुणसूत्र का प्रत्येक क्रोमेटिड DNA के केवल एक द्विकुण्डलिनी अणु (double helical molecule) का बना होता है, अत: यह DNA की अर्धसंरक्षी प्रतिलिपिकरण को प्रदर्शित करता है।

2.2 DNA की अर्धसतत् प्रतिकृति (Semi-discontinuous Replication of DNA)

ए. कॉर्नबर्ग (A. Kornberg) ने DNA संश्लेषण के लिए दो एन्जाइम का पता लगाया - (अ) DNA पॉलीमरेज (DNA Polymerase) तथा (ब) पॉलीन्यूक्लियोटाइड लाइगेज (Polynucleotide ligase) DNA पॉलीमरेज I एन्जाइम DNA की मरम्मत (repair) करने का कार्य करती है, जबकि DNA-पॉलीमरेज III एन्जाइम DNA प्रतिकृति के लिए उत्तरदायी है तथा 5' से 3' दिशा में DNA का संश्लेषण करता है। DNA के दोनों सूत्रों में विपरीत ध्रुवता (opposite polarity) होती है, अत: जब तक संश्लेषण टुकड़ों में नहीं होगा तो एक एन्जाइम के उपयोग से दोनों सूत्रों पर DNA का संश्लेषण नहीं हो सकता। DNA पॉलीमरेज एन्जाइम जनक DNA के 5’-3' पॉलीन्यूक्लियोटाइड सूत्र के साथ 3’-5' दिशा में पॉलीन्यूक्लियोटाइड सूत्र का निर्माण करता है। ओकाजाकी (Okazaki) के अनुसार दोनों सूत्र में DNA-संश्लेषण साथ-साथ होता है, पॉलीन्यूक्लियोटाइड श्रृंखला छोटे-छोटे खण्डों के रूप में संश्लेषित होती है। ये खण्ड ओकाजाकी खण्ड (Okazaki segment) कहलाते हैं। प्रत्येक खण्ड में 1000-2000 तक न्यूक्लियोटाइड होते हैं। पॉलीन्यूक्लियोटाइड लाइगेज एन्जाइम इन खण्डों को एक-दूसरे से जोड़कर पूरी पॉलीन्यूक्लियोटाइड श्रृंखला बनाते हैं

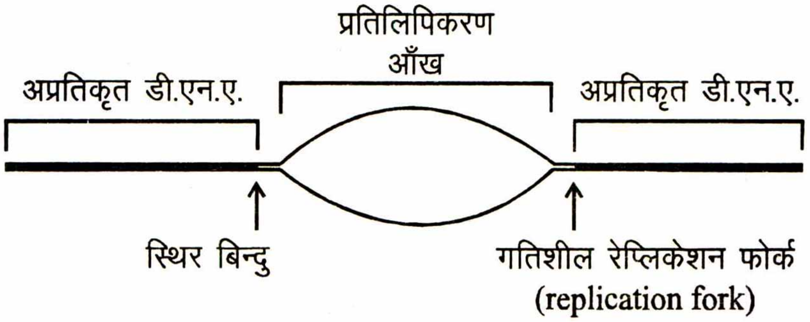


चित्र 2.5 - DNA की अर्ध-असंतत् प्रतिकृति (semidiscontinuous replication) : (A) एकदिशीय प्रतिकृति, (B) द्विदिशीय प्रतिकृति।

2.3 DNA की एकदिशीय व द्विदिशीय प्रतिकृति (Unidirectional and Bidirectional Replication of DNA)

जॉन केरेन्स (John Cairns) ने अपने ऑटोरेडियोग्राफी प्रयोगों से निष्कर्ष निकाला कि DNA संश्लेषण का प्रारम्भन गुणसूत्र पर एक निश्चित बिन्दु से होकर एक दिशा में आगे बढ़ता है। लेकिन इन परिणामों की व्याख्या द्विदिशीय (bidirectional) प्रतिलिपिकरण के रूप में भी की जा सकती है। पुनरावृत्ति के समय दोनों सूत्र एक दूसरे से पूर्णत: अलग नहीं होते बल्कि ये केवल एक सिरे पर अलग होना आरम्भ करते हैं और इसके साथ ही दोनों पृथक् खण्ड अपने सम्पूरक न्यूक्लियोटाइड्स को अपनी ओर आकर्षित करते हैं अर्थात् पुनरावृत्ति करते हुए DNA में Y- के समान एक वृद्धि बिन्दु (growth point) बनता है। केरेन्स (Cairns) ने वाइरसों में पुनरावृत्ति के समय वृत्ताकार DNA में Y- के समान दो क्षेत्र प्रदर्शित किए, इनमें से एक वृद्धि बिन्दु (growing point) एवं दूसरा प्रारम्भिक बिन्दु (initiation point) होता है।

एकदिशीय तथा द्विदिशीय प्रतिकृति की दोनों ही प्रक्रियाओं में एक उद्भव बिन्दु (origin point) विकसित होता हैं जो एक दिशा में या दोनों दिशाओं की ओर अग्रसर होता है। दोनों ही स्थितियों में "प्रतिलिपिकरण आँख" (replication eye) का निर्माण होता है। एकदिशीय प्रतिलिपिकरण में आँख का एक सिरा स्थिर तथा दूसरा गतिशील होता है, जबकि द्विदिशीय प्रतिलिपिकरण में दोनों में से एक भी सिरा स्थिर नहीं होता, दोनों चलायमान होते हैं।



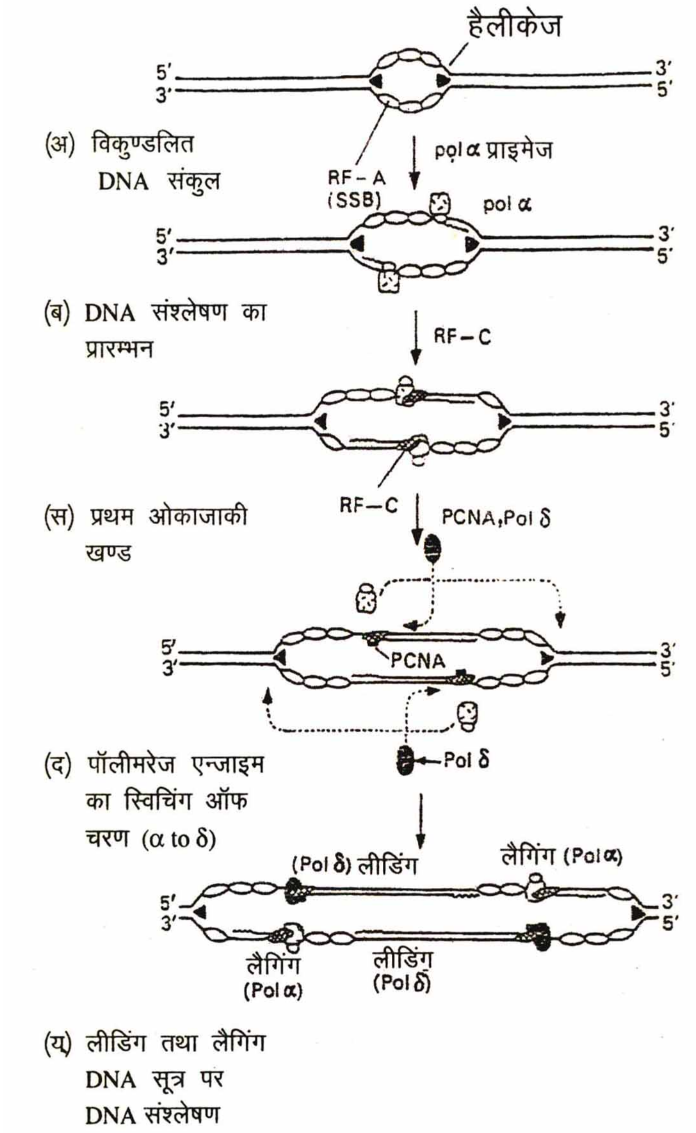
चित्र 2.6 - प्रतिलिपिकरण आँख, जो एकदिशीय प्रतिकृति को प्रदर्शित कर रही है।

2.4 ससीमकेन्द्रकीयों में DNA प्रतिकृति के विभिन्न चरण (Different Steps Involved in Eukaryotic DNA Replication)

यूकेरियोट्स में DNA प्रतिकृति के लिए दो DNA पॉलीमरेज (DNA पॉलीमरेज-α तथा DNA पॉलीमरेज-δ) आवश्यक होते हैं। DNA पॉलीमरेज δ, लीडिंग सूत्र (leading strand) पर सतत डी.एन.ए. संश्लेषण करता है जबकि DNA पॉलीमरेज-α लैगिंग सूत्र (lagging strand) पर असंतत् तरीके से DNA का संश्लेषण करता है। निम्न आठ घटक DNA प्रतिकृति में भाग लेते हैं -

(i) T-एन्टीजन
(ii) प्रतिकृति कारक-A अथवा RF-A/यूकेरियोटिक SSB
(iii) टोपोआइसोमरेज-I
(iv) टोपोआइसोमरेज-II
(v) DNA पॉलीमरेज α अथवा Pol α
(vi) DNA पॉलीमरेज α अथवा Pol α
(vii) प्रोलिफरेटिंग-सैल न्यूक्लियर एन्टीजन (PCNA) अथवा साइक्लिन (Cyclin)
(viii) प्रतिकृति कारक- C अथवा RF-C

DNA संश्लेषण से पूर्व 8-10 मिनट की पूर्व संश्लेषण प्रावस्था होती है, जो विकुण्डलित डी.एन.ए. जटिल (unwound DNA complex) का निर्माण करती है। इस अवस्था में केवल तीन प्रोटीन, **T**-एन्टीजन (**Tag**), **RF-A** तथा टोपोआइसोमरेज- I अथवा II की आवश्यकता होती है। T-एन्टीजन, अपने **DNA** बाइन्डिंग डोमेन की मदद से एक बहुउपइकाई जटिल का निर्माण **ATP** की उपस्थिति में करता है, जो लोकल विकुण्डलन को प्रेरित करता है। अत्यधिक विकुण्डलन (unwinding) जाने पर **RF-A** तथा टोपोआइसोमरेज कारक का संयोजन होता है। विकुण्डलित जटिल (unwound complex) का निर्माण प्रतिकृति के प्रारंभन को प्रेरित करता है। प्राइमेज (primase)

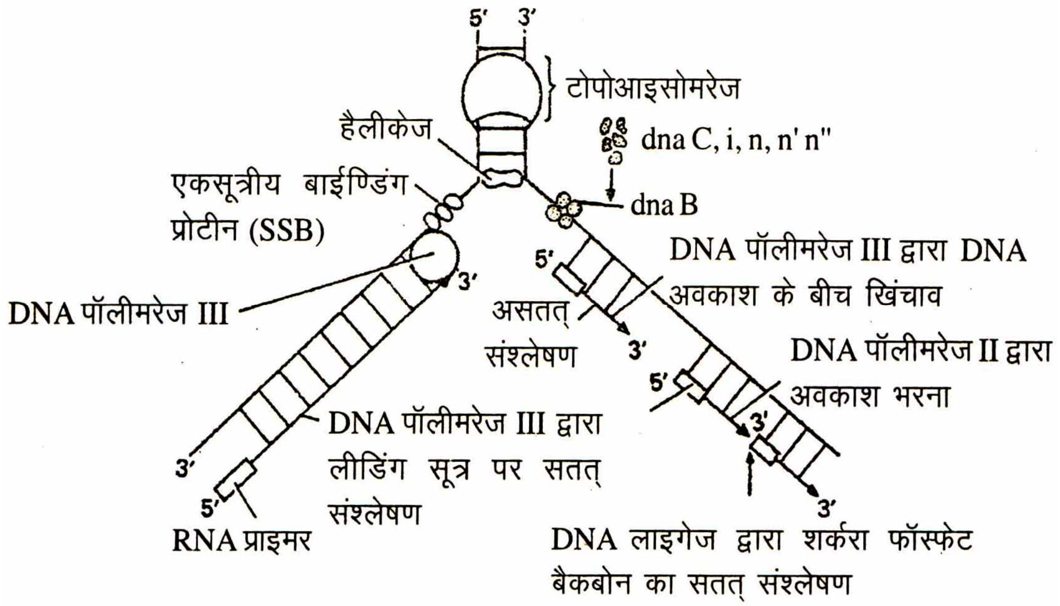


चित्र 2. 7 - ससीमकेन्द्रकीयों में DNA प्रतिलिपिकरण के विभिन्न चरण

जो कि DNA पॉलीमरेज α के साथ दृढ़ता से बन्धित होता है, RNA प्राइमर के संश्लेषण को प्रेरित करता हैं। पॉलीमरेज-α 5' से 3' दिशा में ओकाजाकी खण्डों का संश्लेषण करता है। इसके पश्चात् RF-C तथा PCNA, पॉलीमरेज α को पॉलीमरेज δ की जगह स्थानान्तरित करते हैं, जिससे लीडिंग सूत्र पर सतत रूप से DNA का संश्लेषण होता है। दूसरे ओकाजाकी खण्ड का संश्लेषण रेप्लिकेशन फोर्क (replication fork) में लैगिंग सूत्र (lagging strand) पर पॉलीमरेज-α प्राइमेज कॉम्पलैक्स के द्वारा किया जाता है। यह प्रक्रिया बार-बार तब तक दोहराई जाती है, जब तक कि पूरा DNA अणु का संश्लेषण ना हो जाये। इसके पश्चात् RNA प्राइमर्स का निष्कासन होता है, तथा अवकाश (gap) को भर दिया जाता है।

2.5 असीमकेन्द्रकीयों में DNA प्रतिकृति के विभिन्न चरण (Different Steps Involved in Prokaryotic DNA Replication)

ई. कोलाई जैसे जीवाणुओं में DNA प्रतिकृति एक बहुएन्जाइम जटिल (multienzyme complex) की सहायता से होती है। इस कॉम्पलैक्स को प्रतिकृति तन्त्र या रेप्लिसोम (replisome) कहते हैं, यह लगभग एक दर्जन प्रोटीन का बना होता है। सर्वप्रथम rep प्रोटीन तथा टोपोआइसोमरेज एन्जाइम की सहायता से DNA अणु के दो सूत्रों का विकुण्डलन (uncoiling) होता है। इसके पश्चात् SSB (Single stranded binding) प्रोटीन की मदद से विकुण्डलित (Uncoiled) एकल सूत्रों (single strands) का स्थायीकरण होता है। तत्पश्चात् छः अन्य प्रोटीन (dna B, dna C, n, n’, n’’, i) की सहायता से एक पूर्व प्रारम्भिक मध्यवर्ती बनता है। RNA पॉलीमरेज अथवा प्राइमेज (primase) तथा अन्य एन्जाइमों से बने प्राइमोसोम (primosome) की सहायता से DNA प्रतिकृति का प्रारम्भन होता है। इसके बाद DNA पॉलीमरेज III (जिसमें 7 उपएकक = α, β, δ, χ, ε, θ, π पाये जाते हैं) की सहायता से DNA पुनरावृत्ति होती है। ०षम प्रतिकृति के समय नवसंश्लेषित DNA सूत्रों के बीच, अर्धअसंतत् पुनरावृत्ति के कारण अथवा RNA प्रारम्भक के निकल जाने से लैंगिक सूत्र (lagging strand) पर अवकाश (gap) रह जाते हैं, जिन्हें पॉलीमरेज I एन्जाइम द्वारा भर दिया जाता है। अन्त में पॉलीन्यूक्लियोटाइड लाइगेज (ligase) एन्जाइम की सहायता से DNA के नवसंश्लेषित खण्डों को जोड़ दिया जाता है।



चित्र 2.8 - DNA प्रतिकृति का एक एकीकृत चित्र, जिसमें विभिन्न प्रोटीन और अन्य एन्जाइमों के योगदान को दिखलाया गया है।

बोध प्रश्न

1. द्विसूत्री DNA की प्रतिकृति के लिए कितनी सम्भावित क्रियाविधि हो सकती हैं?

   ....

2. DNA प्रतिकृति की अर्द्धसंरक्षी विधि क्या है? और किसके द्वारा प्रतिपादित की गई?

   ....

3. टेलर ने किस पादप पर DNA प्रतिकृति के लिए प्रयोग किया?

   ....

4. ओकाजाकी खण्ड क्या होते हैं?

   ....

5. प्रतिलिपिकरण आँख "Replication eye" क्या है?

   ....

2.6 असीमकेन्द्रकीयों व ससीमकेन्द्रकीयों में डी.एन.ए. पुनरूसंयोजन (DNA Recombination in Prokaryotes and Eukaryotes)

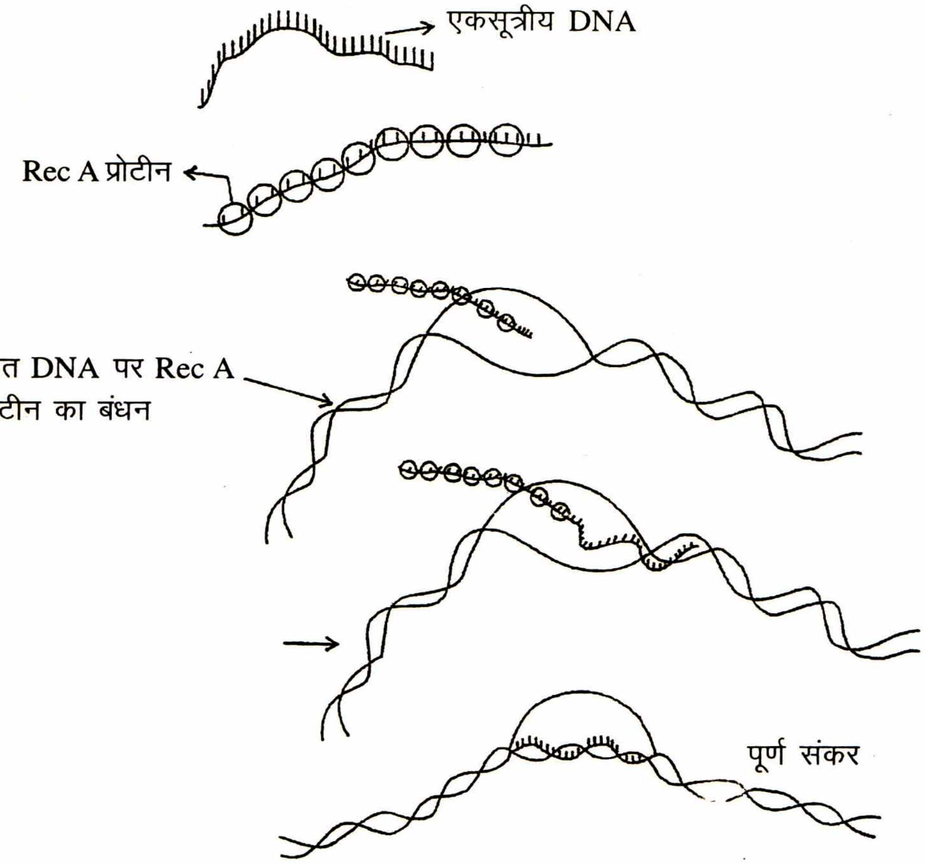
समजात गुणसूत्रों के बीचे पुनरूसंयोजन (recombination) केवल पादपों और जन्तुओं में ही नहीं बल्कि प्रोकेरियोट्स वायरस तथा प्लाज्मिड में भी देखा गया है। यहाँ तक कि यह प्रक्रिया माइटोकॉण्ड्रिया जैसे कोशिकांग में भी देखी जा सकती है। यूकेरियोट्स में मुख्य रूप से यह प्रक्रिया अर्धसूत्री (meiosis) विभाजन के दौरान देखी जा सकती है। आनुवांशिक पुनरूसंयोजन कोई अकस्मात् प्रक्रम नहीं है, बल्कि एक अति आवश्यक कोशिकीय प्रक्रिया है, जो कुछ विशिष्ट एन्जाइमों द्वारा नियंत्रित की जाती है। प्रकृति में जाति उद्भवन के लिए आनुवांशिक विभिन्नताएँ इसी प्रक्रिया के परिणामस्वरूप दृष्टिगोचर होती हैं।

एक जोड़ी सजातीय गुणसूत्रों (homolgous chromosomes) के क्रोमेटिड्स के संगत खण्डों में जीनीय आदान-प्रदान (Gene exchange) के फलस्वरूप सहलग्न जीन्स में पुन: संयोग की क्रिया को जीन विनिमय या पुन: संयोग (recombination) कहते है।

मॉर्गन के अनुसार सहलग्न जीन गुणसूत्र पर रैखिक क्रम में विन्यासित होते हैं। वंशागति के समय गुणसूत्रों के अविच्छिन्न बने रहने पर F_2 पीढ़ी में केवल जनकीय संयोग बनते हैं तथा गुणसूत्र पर उपस्थित जीन पीढ़ी दर पीढ़ी समूह में वंशागत होते हैं। कभी-कभी जनकीय संयोगों के अलावा कुछ संतति जीवों में जीन्स के नये संयोग देखने को मिलते हैं अर्थात् इन जीवों में सहलग्न जीन एक दूसरे से अलग हो गए हैं तथा युग्मविकल्पी जीन्स के नये संयोग प्राप्त होते हैं, इन्हें मोर्गन Morgan ने जीन विनिमय की संज्ञा दी।

2.6.1 हॉलीडे मॉडल द्वारा जीन-विनिमय (Crossing-over by Holiday Model)

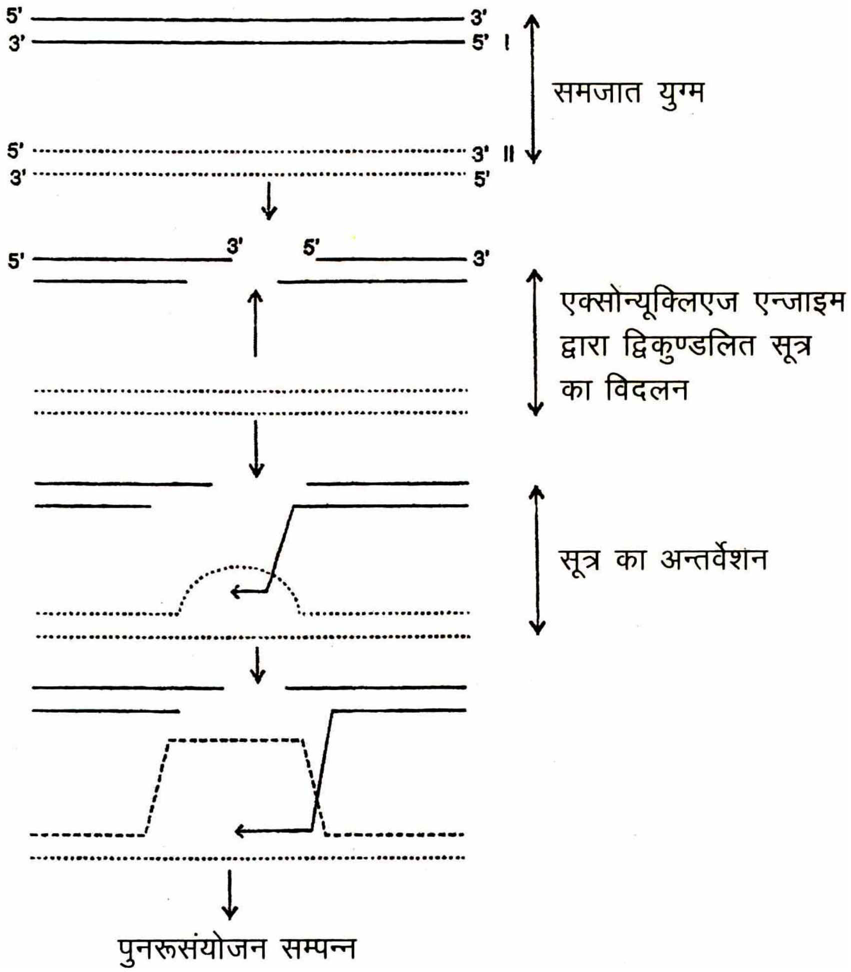
इस मॉडल के द्वारा आण्विक स्तर पर जीन विनिमय का प्रदर्शन संभव हुआ। इस मॉडल के अनुसार, विदलन (breakage) तथा पुन: संयोजन (reunion) के द्वारा जीन विनिमय की प्रक्रिया सम्पन्न होती है। दोनों पैतृक DNA सूत्रों के एक सूत्र पर एन्डोन्यूक्लिएज एन्जाइम की मदद से विदलन होता है, जिससे प्रत्येक DNA का एक सूत्र अपने सम्पूरक खण्ड से दूर हो जाता है, इस चरण में कुछ प्रोटीन सहायक होते हैं। पृथक् हुए सूत्र, डी.एन.ए. पर क्षार युग्मों का आदान-प्रदान करते हैं। इसके पश्चात् ये परिवर्तित (exchanged) सूत्र, अपने समजात गुणसूत्र पर सम्पूरक सूत्र के साथ Rec A प्रोटीन की मदद से युग्मित होते हैं। ई. कोलाई में Rec A प्रोटीन, दो द्विकुण्डलित DNA सूत्रों के बीच व्युत्क्रम आदान-प्रदान (reciprocal exchange) को निर्देशित करता है। इस क्रियाविधि में DNA के अयुग्मित सूत्र पर Rec A प्रोटीन के बन्धित होने से, यह प्रोटीन समजात DNA अनुक्रम को ढूंढने का कार्य करता है। एक बार समजात द्विकुण्डलीय सूत्र के मिल जाने पर एक सूत्र से क्षार युग्मों का स्थान परिवर्तन प्रारम्भ हो जाता है। इसके पश्चात् विदलित सूत्र DNA लाइगेज (ligase) एन्जाइम की मदद से पुन: संयोजित हो जाता है।



चित्र 2.9 - पुनरूसंयोजन में Rec A प्रोटीन का योगदान

2.6.2 यूकेरियोट्स में द्विसूत्रीय विदलन द्वारा पुनरूसंयोजन (Recombination by double strand Breakage in Eukaryotes)

प्रथम अर्धसूत्री विभाजन के दौरान, यूकेरियोट्स में DNA द्विसूत्रीय अवस्था में आनुवांशिक पुनरूसंयोजन के लिए आण्विक अन्योन्य क्रिया (molecular interaction) के द्वारा दोनों DNA सूत्रों के बीच आनुवांशिक सूचनाओं का आदान-प्रदान होता है। समजात गुणसूत्र युग्म के I तथा II सूत्र में से विदलन समजात-I में होता है। इसके दोनों सूत्रों में एण्डोन्यूक्लिएज एन्जाइम के कारण अवकाश (gap) बनता है। इसके पश्चात् 3' प्रोर्टयूडिंग (protruding) सिरा गुणसूत्र-II को भेदता हुआ उसमें प्रवेश कर जाता है। तत्पश्चात् दोनों सूत्रों के बीच शाखा-पलायन (branch-migration) की वजह से जीन विनिमय की क्रिया सम्पन्न होती है। जीन-विनिमय निश्चित स्थल पर सम्पन्न होता है, जिसे कियाज्मेटा कहते हैं। इस क्रियाविधि के दौरान अर्धसूत्री विभाजन के समय निश्चित स्थान पर एक विशिष्ट संरचना सिनेप्टोनीमल कॉम्पलैक्स (Synaptonemal Complex) बनती है, जो मुख्य रूप से जीन विनिमय के लिए उत्तरदायी है।



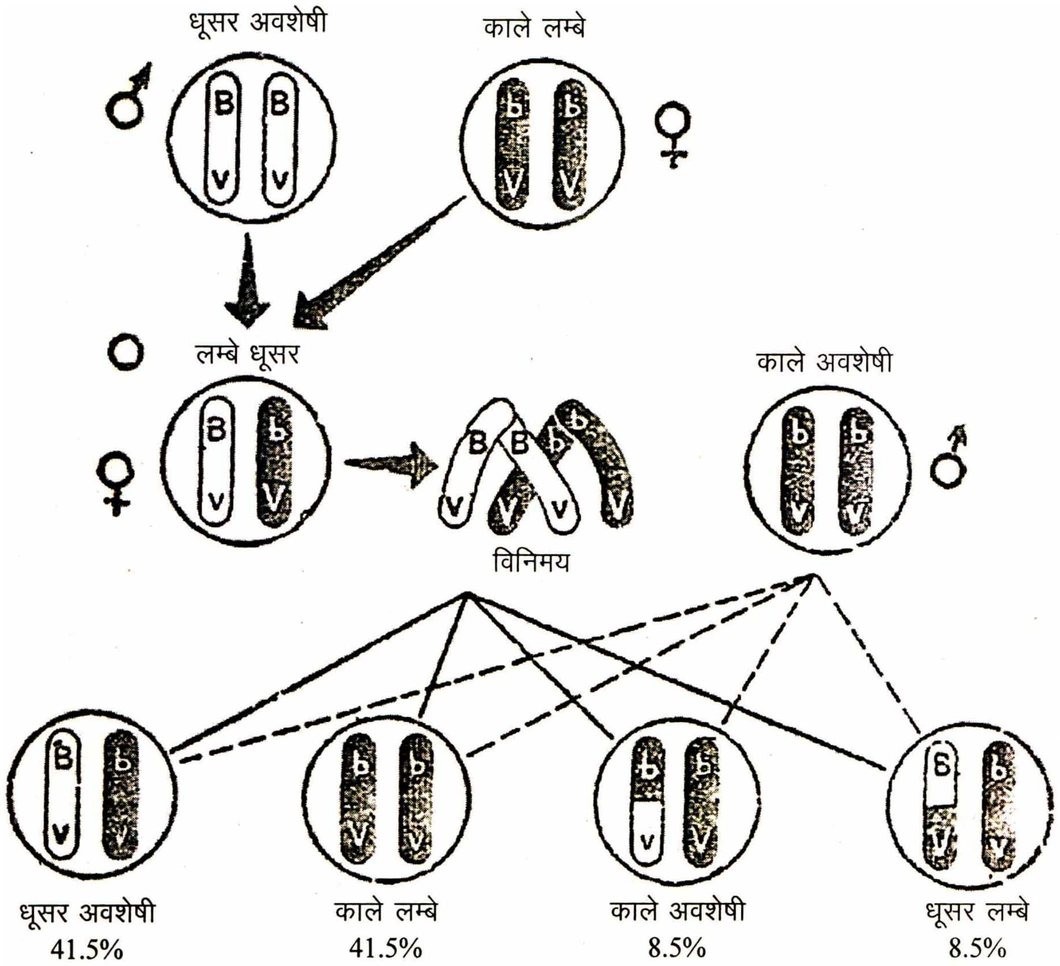
चित्र 2.10 - पुनरूसंयोजन को स्पष्ट करने के लिए द्विकुण्डलित सूत्र का विदलन मॉडल

2.6.3 ड्रोसोफिला में पुन: संयोग (Recombination in Drosophila)

धूसर शरीर व लुप्तावेशी पंखों वाली मक्खी (BBVV) तथा काले शरीर एवं लम्बे पंखों वाली मक्खी (bbVV) से संकरण करवाने पर F_1 पीढ़ी की सभी मक्खियाँ धूसर शरीर तथा लम्बे पंखों वाली (BbVv) होती है। F1 पीढ़ी की ड्रोसोफिला मक्खी (BbVv) का काले शरीर व लुप्तावेशी पंखों वाली अप्रभावी मक्खी (bbvv) से संकरण करवाने पर निम्न चार प्रकार की संतति प्राप्त होती है -

(1)	धूसर शरीर, लुप्तावेशी पंख 41.5%	जनकीय संयोग	(Noncross over) 83%
(2)	काला शरीर, लम्बे पंख 41.5%		
(3)	काला शरीर, लुप्तावेशी पंख 8.5%	नये संयोग	(Cross over) 17%
(4)	धूसर शरीर, लम्बे पंख 8.5%		

जीन्स का पुन: संयोग (recombination) यानि नये संयोग 17% संतति मक्खियों में दिखाई देते हैं।



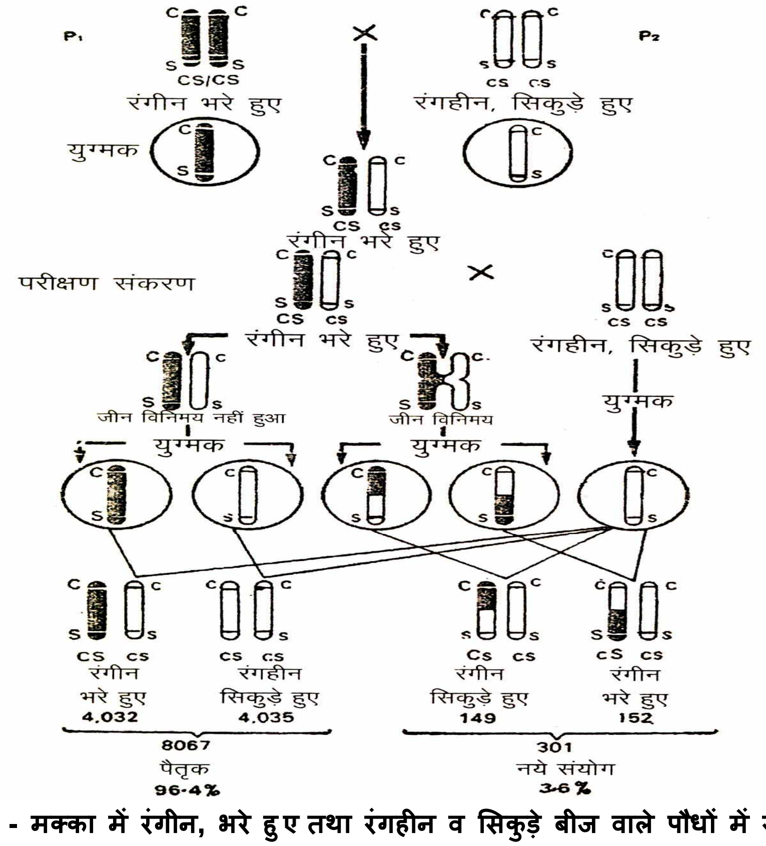
चित्र 2.11 - ड्रोसोफिला में क्रॉसिग ओवर

2.6.4 मक्का में पुन: संयोग (Recombination in Maize)

हचिन्सन (Hutchinson) ने मक्के के नौवें गुणसूत्र पर उपस्थित दो जीनों का अध्ययन किया। इनमें से एक जीन मक्का के बीज के एल्यूरोन (aleurone) के रंग को और दूसरा भ्रूणपोषण (endosperm) के आकार को निर्धारित करता है। एक रंगीन और फूले हुए तथा रंगहीन और सिकुड़े हुए बीजों में संकरण से F_1 पीढ़ी में रंगीन तथा फूले हुए बीज प्राप्त हुए। इस संकर पादप को अप्रभावी जनक (रंगहीन व सिकुड़े हुए बीज) से संकरण करवाने पर निम्न परिणाम प्राप्त हुए

(1)	रंगीन, फूले हुए बीज	जनकीय संयोग	(Noncross over) 96.4%
(2)	रंगहीन, सिकुड़े हुए बीज		
(3)	रंगीन, सिकुड़े हुए बीज	नये संयोग	(New combinations) 3.6%
(4)	रंगहीन, फूले हुए बीज		

रंगीन सिकुड़े हुये व रंगहीन फूले हुए नये संयोग हैं तथा दोनों मिलकर संतति का केवल 36.4% भाग बनाते हैं।



चित्र 2.12 - मक्का में रंगीन, भरे हुए तथा रंगहीन व सिकुड़े बीज वाले पौधों में संकरण के फलस्वरूप बने पौधों में पैत्रिक तथा नये लक्षण संयोगों में अनुपात।

2.7 जीन विनिमय की विधि (Mechanism of Crossing-over)

अर्धसूत्री विभाजन में होने वाले गुणसूत्र विनिमय के फलस्वरूप ही जीन विनिमय (crossing over) या पुन: संयोजन की घटना होती है। अर्धसूत्री विभाजन की पूर्वावस्था प्रथम में युग्मपट्ट (zygotene) अवस्था में सूत्र युग्मन (synapsis) के अन्तर्गत समजात (homologous) गुणसूत्र एक साथ आ जाते हैं। इस अवस्था से पूर्व ही प्रत्येक गुणसूत्र लम्बाई में, दो अर्धगुणसूत्रों में बंट जाते हैं। स्थूलपट्ट अवस्था (pachytene) में अर्धगुणसूत्र खण्डों का विनिमय होता है। इसके पश्चात् समजात गुणसूत्र-बिन्दु (centromere) पृथक् होकर एक दूसरे से दूर हो जाते है। क्याज्मेटा (chiasmeta) जीन विनिमय के कारण नहीं बनते बल्कि ये जीन विनिमय के परिणाम होते हैं।

1. सूत्रयुग्मन (Synapsis)

अर्धसूत्री विभाजन की पूर्वावस्था की युग्मपट्ट (zygotene) प्रावस्था में दोनों जनक गुणसूत्र एक दूसरे के साथ लम्बाई में जुड़ते हैं। समजात गुणसूत्र के प्रत्येक युग्म में यह संयोजन एक सिरे से शुरू होकर दूसरे सिरे तक बढ़ता जाता है, इस संयोजन को सूत्रयुग्मन (synapsis) कहते हैं। सूत्रयुग्मन ही आनुवांशिकता तथा विभिन्नताओं को सुनिश्चित करता है।

2. गुणसूत्रों का द्विगुणन (Duplication of Chromosomes)

पूर्वावस्थन-I की स्थूलपट्ट (Pachytene) प्रावस्था में बाइवेलेंट (bivalent) का प्रत्येक गुणसूत्र सेंट्रोमीयर को छोड़कर सम्पूर्ण लम्बाई में दो अर्धगुणसूत्रों (क्रोमेटिड) में बंट जाता है और इस प्रकार बाइवेलेंट चार क्रोमेटिड वाला बन जाता है, इसे चतुक (tetrad) कहते हैं। एक गुणसूत्र के क्रोमेटिड, अनुजात (sister) क्रोमेटिड तथा बाइवेलेंट के अलग-अलग गुणसूत्रों के क्रोमेटिड अननुजात (non-sister) कहलाते हैं।

3. जीन विनिमय (Crossing over)

डिप्लोटीन प्रावस्था में युग्मित गुणसूत्र प्रतिकर्षण (repulsion) के कारण आंशिक रूप से एक-दूसरे से दूर हो जाते हैं, लेकिन एक या अधिक बिन्दु पर जुड़े रहने से, यहाँ क्रोमेटिड पाश (chromatid loop) बनते हैं, जिसे कियाजमेटा (chiasmeta) कहते हैं। प्रत्येक कियाज्मा (chiasma) पर युग्मित गुणसूत्र के अननुजात (non-sister) क्रोमेटिड संगत बिन्दु से टूट जाते हैं तथा टूटने वाला खण्ड दूसरे क्रोमेटिड के शेष भाग से जुड़ जाता है। इस प्रक्रिया में बाइवेलेट के केवल दो अननुजात मध्यवर्ती क्रोमेटिड भाग लेते हैं तथा प्रथम व अन्तिम क्रोमेटिड जनकीय प्रकार के होते हैं। अनंनुजात क्रोमेटिड खण्डों का आदान-प्रदान को ही जीन विनिमय कहते हैं।

2.8 असीमकेन्द्रकीयों तथा ससीमकेन्द्रीयों में जीन संरचना (Structure of Prokaryotic and Eukaryotic Genes)

जीन आनुवांशिकी की मूलभूत इकाई है। सन् 1903 में जोहन्सन (Johannson) ने सर्वप्रथम जीन शब्द का प्रयोग किया। जीन DNA के सूक्ष्म खण्ड हैं, जो न्यूक्लियोटाइड (nucleotide)

के विशिष्ट क्षारक युग्मों से बने होते हैं। गुणसूत्र पर निश्चित स्थान पर निश्चित लक्षण को प्रदर्शित करते हैं। दूसरे शब्दों में "किसी भी लक्षण विशेष की आनुवांशिकी को निर्धारित करने वाली इकाई को जीन कहते हैं।"

जीन की अवधारणा (Concept of Gene)

मॉरगन (Morgan, 1923) ने ड्रोसोफिला पर किए अध्ययन के आधार पर जीन्स की संरचना व कार्य के बारे में निम्न प्रमाण दिए -

1. सजीवों में प्रत्येक लक्षण जीन के एक युग्म द्वारा नियंत्रित किया जाता है।
2. प्रत्येक गुणसूत्र पर सहस्त्रों जीन उपस्थित होते हैं, ये जीन्स रेखीय क्रम में विन्यासित होते हैं।
3. गुणसूत्र पर जीन का विशिष्ट स्थल लोकस (locus) कहलाता है।
4. किसी लक्षण को नियंत्रित करने वाले जीन युग्मों के रूप में एलील्स (alleles) कहलाते हैं।
5. F_1 पीढ़ी में दो एलील में से एक स्वयं को अभिव्यक्त करता है, जिसे प्रभावी (dominant) कहते है। दूसरा स्वयं को अभिव्यक्त नहीं कर पाता, अप्रभावी (recessive) कहलाता है।
6. कभी-कभी दोनों ही जीन अपने लक्षणों को अभिव्यक्त करते है, इसे सहप्रभाविता (co-dominance), तथा जब कोई प्रभावी जीन अपने लक्षण को अभिव्यक्त नहीं कर पाता तो इसे अपूर्ण प्रभाविता (incomplete dominance) कहते हैं।
7. कुछ लक्षण समष्टि (population) में दो से अधिक एलील द्वारा नियंत्रित होते हैं, इन्हें बहु एलील (multiple allele) कहते हैं।
8. कुछ जीन, अन्य जीन की अभिव्यक्ति को रोकते हैं, इन्हें प्रबलता (bistesis) कहते है। जबकि कुछ जीन घातक होते हैं, इन्हें घातक (lethal) जीन कहते हैं।

इस प्रकार प्रत्येक जीन किसी विशेष लक्षण के वाहक (carrier) एवं इसके संचरण का कार्य करते हैं। इसकी कार्यशैली के अनुसार पैतृक पीढ़ी से संतति में लक्षण विशेष स्थानान्तरित होते हैं। प्रत्येक सजीव में उपस्थित जीन्स निश्चित संख्या में होते हैं, किन्तु चयन (selection) एवं उत्परिवर्तन (mutation) के द्वारा इस संख्या में परिवर्तन हो सकता है।

2.9 जीन की सूक्ष्म संरचना (Fine Structure of gene)

पहले यह माना जाता था, कि जीन आनुवांशिकी की अविभाज्य (indivisible) लघुतम (smallest) इकाई है, जैसे परमाणु किसी पदार्थ की अतिसूक्ष्म इकाई को व्यक्त करता है। किन्तु अब जीन्स में उपइकाईयों का अस्तित्व ज्ञात हो चुका है। अब जीन को ऐसी इकाई के रूप में परिभाषित किया जा सकता है, जो पुनर्योजन (recombination), उत्परिवर्तन (mutation) तथा कार्य (function) के लिए मानी जाती है। अब जीन की तीन उपइकाई, जो उत्परिवर्तन, पुनर्योजन व कार्य से सम्बन्धित हैं को क्रमश: म्यूटॉन्स (muttons), रेकॉन्स (recons) तथा सिन्ट्रांस (cistrons) नाम दिया गया है।

म्यूटॉन्स (Mutons)

जीन का वह सूक्ष्मतम भाग, जिसमें उत्परिवर्तन (mutation) की क्षमता होती है, तथा यह उत्परिवर्तन द्वारा एक एकांतर लक्षण (alternate trait) उत्पन्न कर सकता है। म्यूटॉन शब्द का प्रयोग सर्वप्रथम बेन्जर (Benzer) ने किया। ऐसा अनुमानित है, कि म्यूटॉन तीन या चार संयुक्त

न्यूक्लियोटाइड का बना होता है। एक सम्पूर्ण जीन एक रेखीय व्यवस्था में कई म्यूटॉन का बना हो सकता है।

एक ही जीन में सूक्ष्म भागों का स्थानान्तरण, विनिमय (Crossing over) की तुलना में अक्सर अपारस्परिक होता है। यदि एक जीन R में R_1 तथा R_2 दो उपइकाईयाँ हैं तथा इसके दूसरे एलील r में भी r_1 व r_2 दो उपइकाईयाँ है, तब R व r के क्रॉस करने पर कभी-कभी प्रतिलिपि बनाने में त्रुटि हो सकती है। उदाहरण के लिए R_1, व R_2 यदि सामान्य प्रतिलिपि बना सकते हैं तो r_1 ऐसा नहीं कर सकते और यदि r_1 की सही प्रतिलिपि बने, तो r_2 भाग की प्रतिलिपि बनने के स्थान पर जीन दूसरे गुणसूत्र पर स्थित निकट के एलील R_2 की प्रतिलिपि बनाता है। परिणामस्वरूप एक नया जीन बनता है, जिसमें $r_1 R_2$ उपइकाईयाँ होती हैं।

रेकॉन (Recon)

यह जीन संरचना पुनर्योजन (recombination) की सूक्ष्मतम इकाई है, इसकी न्यूनतम अभिव्यक्ति के रूप में DNA मे संयोजित न्यूक्लियोटाइड के बीच की दूरी को लिया जाता है। सबसे छोटी रेकॉन संरचना दो न्यूक्लियोटाइड की हो सकती है। यह रेखीय क्रम में विन्यासित होकर जीन को संगठित करते है। सर्वप्रथम बेन्जर (Benzer) द्वारा सन् 1955 में एक जीवाणुभोजी वाइरस, T_4 बैक्टीरियोफेज के रेकॉन जीन में जीन विनिमय का प्रदर्शन किया था।

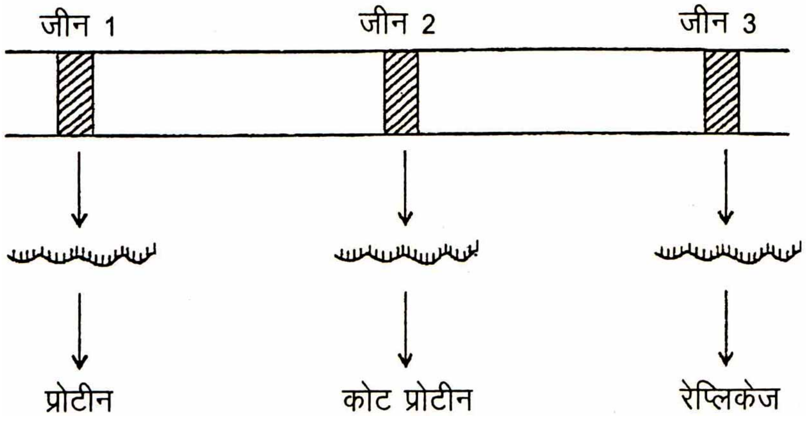
सिस्ट्रॉन (Cistron)

यह जीन की क्रियाशील इकाई है, जो कुछ विशिष्ट लक्षणों को नियंत्रित करती है। यह DNA का सबसे बड़ा खण्ड है, एक सिस्ट्रॉन करीब 500 न्यूक्लियोटाइड का बना होता है। आनुवांशिक क्रिया को सुरक्षित रखने के लिए गुणसूत्र पर इस समूह का साथ रहना आवश्यक है। एक सिस्ट्रॉन में म्यूटॉन्स निश्चित रूप से प्रगाढ़ रूप में अन्तर्क्रिया करते हैं और यदि अन्तक्रिया सिस्ट्रॉन के उपखण्डों द्वारा रोकी जाती है, तो सम्पूर्ण सिस्ट्रॉन अक्रियाशील हो जायेगा। ई. कोलाई में अनेक सिस्ट्रॉन मिलकर जीन का निर्माण करते हैं, इस जीवाणु में ट्रिप्टोफान सिन्थेटेज एन्जाइम बनाने वाला जीन दो सिस्ट्रॉन्स द्वारा निर्मित होता है। सिस्ट्रॉन को कार्यशैली के अनुरूप कॉम्पलान (complain) भी कहते हैं, जो सम्पूरकता (complementation) की सूक्ष्मतम इकाई है।

2.10 प्रोकेरियोटिक जीन (Prokaryotic gene)

एक साधारण जीवाणुभोजी वायरस में कम से कम दो प्रोटीन कोडिंग जीन होते हैं। उदाहरण के लिए K_{17} जीवाणुभोजी वायरस में RNA आनुवांशिक पदार्थ के रूप में होता है, एक सूत्रीय RNA में केवल तीन जीन उपस्थित होते हैं। इन तीन जीन की अभिव्यक्ति से प्रोटीन (जीन-I) कोट प्रोटीन (जीन-2) तथा रेप्लिकेज (replicase) एन्जाइम संश्लेषित होता है। एकसूत्रीय DNA ϕ x 174 वायरस में भी प्रोटीन को कोडित करने के लिए जीन्स होते हैं। लेम्डा फेज (λ) वायरस में लगभग 11 जीन, जबकि T_4 वायरस में 150 से भी अधिक जीन हो सकते हैं। एकसूत्रीय DNA वायरस इन्फ़्लुएन्जा (influenza) में 12 जीन तथा 13,500 क्षारक युग्म

होते हैं। जबकि द्विसूत्रीय DNA वायरस में अपेक्षाकृत अधिक जीन, जैसे - वैक्सीनिया (Vaccinia) वायरस में लगभग 300 जीन तथा 1,80,000 क्षारक युग्म पाये जाते हैं।



चित्र 2.13 - वाइरस में जीन सगंठन

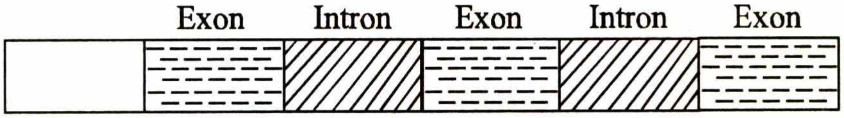
2.11 यूकेरियोटिक जीन (Eukaryotic Gene)

यूकेरियोटिक कोशिका में DNA की मात्रा, प्रोकेरियोट्स से कई हजार गुना अधिक होती है। यूकेरियोट्स में DNA रेखीय रूप में व्यवस्थित होता है, जबकि प्रोकेरियोट्स में एकल गोलाकार गुणसूत्र के रूप में। गुणसूत्र का आकार और इनकी संख्या विशिष्ट जाति के लिए विशिष्ट होती है।

गुणसूत्र दो सम्पूरक, लेकिन एक दूसरे के विपरीत (प्रतिसमानान्तर) DNA के बने होते हैं, इसके साथ प्रोटीन भी संयोजित होता है। गुणसूत्र युग्म में उपस्थित होते है, जबकि नर में एक X तथा एक Y गुणसूत्र पाया जाता है, ये दोनों एक दूसरे से आकार और संरचना में भिन्न होते हैं।

2.11.1 स्पिलिट जीन (Split gene)

जीन के कोडिंग स्थल के बीच-बीच में कुछ अतिरिक्त अनुक्रम भी पाये जाते हैं। DNA पर उपस्थित इन्टरप्टिव (interruptive) अथवा अन्तर्वेशित (intervening) अनुक्रम को दो प्रकारों में विभक्त किया गया हैं - (i) एक्सॉन (exon) - ये सत्य अनुक्रम हैं, जो कोडिंग अनुक्रम होते हैं। इन्हें mRNA में देखा जा सकता है, जबकि (ii) इन्ट्रॉन्स (introns) ऐसी अन्तर्वेशित अनुक्रम हैं, जो अनुलेखन के दौरान, mRNA बनते समय निष्कासित (remove) कर दी जाती हैं। अर्थात् इन्ट्रॉन्स किसी भी प्रोटीन को कोड नहीं करती। इन्ट्रॉन्स का भविष्य स्पलाइसियोसोम (spliceosome) द्वारा तय किया जाता है। एक बार इन्ट्रॉन्स के निष्कासित होने के पश्चात्, एक्सॉन आपस में उसी क्रम में जुड़ जाते हैं, जैसे वो DNA पर व्यवस्थित थे।



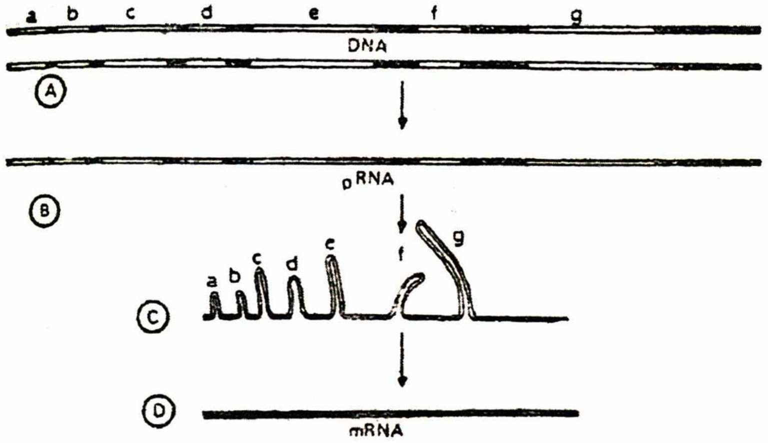
चित्र 2.14

दूसरे शब्दों में स्पिलिट जीन को निम्न प्रकार परिभाषित किया जा सकता है - "एक जीन, न्यूक्लियोटाइड्स के सतत् अनुक्रम को प्रदर्शित करता है, जिसके बीच में इन्ट्रप्टेड अनुक्रम पाये जाते हैं, जो कि अनुलेखित mRNA में उपस्थित नहीं होते। अर्थात् ऐसे जीन जिनमें इन्टरवेनिंग अनुक्रम पाये जाते है, स्पिलिट जीन कहलाते है।" स्पिलिट जीन से इन्ट्रॉन्स का निष्कासन - R-लूपिंग (R-looping) कहलाता है।

2.11.2 ओवाल्ब्यूमिन जीन (Ovalbumin gene)

यह जीन एक प्रोटीन ओवाल्ब्यूमिन (ovalbumin) का संश्लेषण करता है, जो 386 अमीनो अम्ल का बना होता है तथा अण्डवाहिनी (oviduct) की विशिष्ट नलिकाकार (tubular) स्त्रावी कोशिकाओं में उस समय बनता है, जब मादा (मुर्गी) के अण्डे देने का समय आता है। इस जीन की अभिव्यक्ति मादा सैक्स हॉर्मोन द्वारा नियंत्रित होती है।

मुर्गी के ओवाल्ब्यूमिन जीन में आठ एक्सॉन तथा सात इन्ट्रॉन्स होते हैं। इस जीन की संरचना में 7,700 क्षारक युग्मों की उपस्थिति देखी गई, लेकिन इस जीन से संश्लेषित mRNA में केवल 1,872 न्यूक्लियोटाइड्स पाये जाते हैं। इसके अध्ययन से ज्ञात हुआ कि जब 7700 क्षारक युग्मों का अनुलेखन होता है, तो पूर्ववर्ती (precursor) RNA बनता है। जिसके 5' सिरे पर कैप तथा 3' सिरे पर बहु पुच्छ (poly A tail) के जुड़ने से इन्ट्रॉन्स का निष्कासन होता हैं। प्रथम चरण में 5 तथा द्वितीय चरण में 2 इन्ट्रॉन्स निष्कासित होते हैं। इसके पश्चात् लाइगेज (ligase) एन्जाइम की मदद से सभी एक्सॉन जुड़कर m-RNA बनाते हैं।



चित्र 2.15

2.11.3 अतिव्यापित जीन (Overlapping gene)

बैरल (Barrell) और उसके सहयोगियों ने 1976 में एक जीवाण्वीय विषाणु ϕ x 174 में सर्वप्रथम अतिव्यापित जीन (overlapping gene) की खोज की। इस जीवाणुभोजी वायरस में एक षट्भुजाकार (icosohedral) प्रोटीन आवरण (capsid) होता है, जिसमें एकसूत्रीय गोलाकार DNA उपस्थित होता है। आनुवांशिक मैपिंग तकनीक से ज्ञात हुआ कि इस जीवाणुभोजी में 9

जीन, 9 प्रोटीन को कोड करते हैं। ये 9 जीन इस क्रम में व्यवस्थित होते हैं - A-B-C-D-E-J-F-G-H, इन जीन्स के निम्न कार्य निर्धारित हैं -

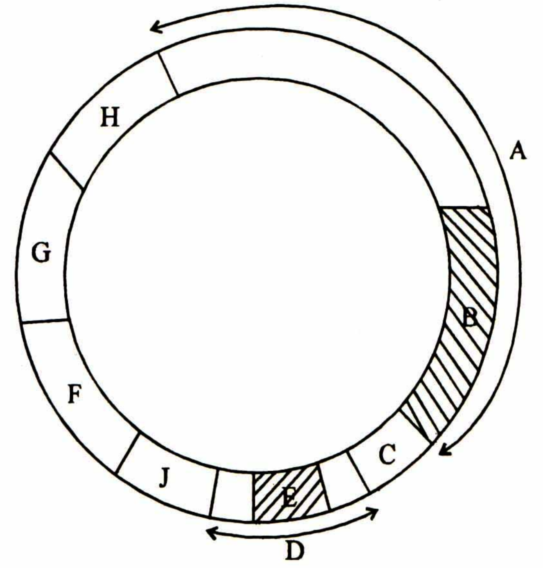
जीन A - DNA प्रतिलिपिकरण।

जीन B तथा D - भोजी अणु को संगठित रखना।

जीन C - कार्य ज्ञात नहीं है।

जीन F,G, H - यह कैप्सिड प्रोटीन की संरचना को बनाये रखते हैं।

तीन न्यूक्लियोटाइड के त्रिककूट द्‌वारा किसी प्रोटीन के प्रत्येक अमीनो-अम्ल की कोडिंग की जाती है। लगभग सभी जीवों में किसी प्रोटीन को कोड करने वाले DNA खण्ड की लम्बाई, उसके उत्पाद (प्रोटीन) की लम्बाई से अधिक होती है। जबकि जीवाणुभोजी ϕ X 174 में प्रोटीन कोडिंग स्थल की लम्बाई, DNA की लम्बाई से अधिक होती है।



इस चित्र में जीन E, जीन D में तथा जीन B जीन A में अतिव्यापित है।

चित्र 2.16 - जीवाणुभोजी ϕ x 174 का आनुवांशिक मानचित्र

यदि DNA क्षारक अनुक्रम को अमीनो अम्ल के अनुक्रम से तुलनात्मक अध्ययन किया जाये तो ज्ञात होगा कि दो अलग-अलग उदाहरणों में एक ही जीन दो भिन्न प्रोटीन को कोड कर रही है। सैंगर (Sanger) तथा उसके साथियों ने पाया कि जीन **B** (360 न्यूक्लियोटाइड) पूरी तरह से जीन **A** (1536 न्यूक्लियोटाइड) में व्याप्त है। इसी प्रकार जीन **E** (273 न्यूक्लियोटाइड) पूरी तरह से जीन **D**(1456 न्यूक्लियोटाइड) में व्याप्त है। जबकि ऐसा नहीं है कि जीन **B** के द्‌वारा संश्लेषित प्रोटीन, जीन A के द्‌वारा उत्पादित प्रोटीन का छोटा रूप हो। इस प्रक्रिया को इस तरह समझाया जा सकता है - एक जीन के द्‌वारा दो प्रोटीन की कोडिंग, फ्रेम रीडिंग (frame reading) के समय एक अक्षर के शिफ्ट हो जाने से संभव है। उदाहरण के लिए, यदि निम्न रीडिंग फ्रेम के न्यूक्लियोटाइड, लाइसीन, ल्यूसीन तथा थ्रीयोनीन को कोड करते हैं -------**G, AAG, TTA, ACA**------- तो यदि इस फ्रेम को एक अक्षर पहले शिफ्ट करके पढ़ा जाये जैसे - **GAA, GTT, AAC, A**-------तो यही न्यूक्लियोटाइड ग्लुटामीन, वैलीन तथा एस्पार्जिन

के लिए कोडिंग करेंगे। इस प्रकार एक ही जीन, दो अलग-अलग अनुक्रम को फ्रेम-शिफ्ट की वजह से कोड कर दो पूरी तरह से भिन्न प्रोटीन का संश्लेषण कर सकता है।

2.12 ट्रांसपोसोन तथा इनसर्शन एलीमेण्ट (Transposon & Insertion Element)

प्रोकेरियोटिक तथा यूकेरियोटिक जीनोम में, कुछ अनुक्रम ऐसे होते हैं, जो एक स्थान से दूसरे स्थान पर गति करने की क्षमता रखते हैं, इन्हें ट्रांससपोसेबल (transposable) एलीमेण्ट कहते हैं। दूसरे शब्दों में "गतिशील आनुवांशिक तत्व' (movable genetic element) ट्रांसपोसोन कहलाते हैं। सर्वप्रथम 1950 में बारबरा मैकक्लिनटॉक (Barbara Macclintoc) मक्का में जीन के इस गुण का अध्ययन किया। ऐसे जीन को "जम्पिंग-जीन" भी कहते हैं। ट्रांसपोसोन का अध्ययन जीवाणु, कवक, पादप तथा जन्तुओं में किया जा सकता है। इनका आकार 500 से 15000 क्षार युग्म का हो सकता है। ये अपना स्थल एक गुणसूत्र के दूसरे स्थल पर या एक गुणसूत्र से दूसरे गुणसूत्र तक परिवर्तित कर सकते हैं।

ट्रांसपोसेबल एलीमेण्ट (TE) निम्न तीन प्रकार के संभव हैं -

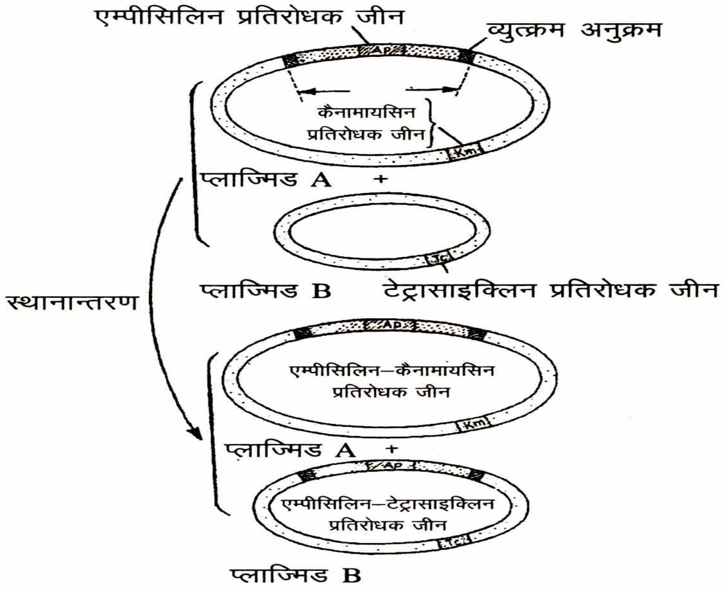
(i) इनसर्शन अनुक्रम (Insertion sequence)

(ii) ट्रांसपोसोन (Transposon)

(iii) रिट्रोएलीमेण्ट (Retroelements) - ये रिवर्स (reverse) अनुलेखन में भाग लेते हैं।

2.13 प्रोकेरियोट्स में ट्रांसपोसोन (Transposons in Prokaryotes)

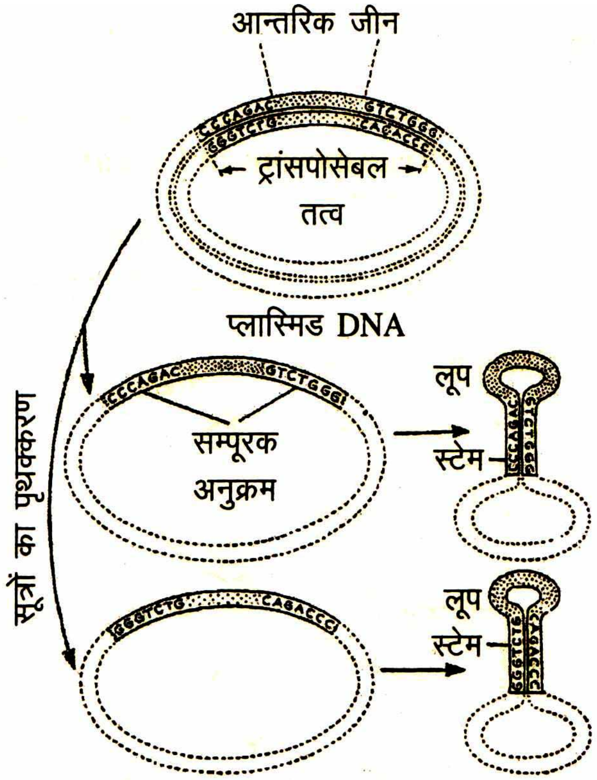
प्रोकेरियोट्स में DNA खण्ड एक अणु से दूसरे प्रतिजैविक अणु में आनुवांशिक सूचना को जम्प करवाते हैं, ऐसे तत्व ट्रांसपोसोन कहलाते हैं। ये एम्पीसिलिन प्रतिजैविक (Antibiotic) के लिए प्रतिरोधकता (resistance) प्रदर्शित



चित्र 2.1.7 - एक प्लाज्मिड से दूसरे प्लाज्मिड में स्थानान्तरण

करते हैं। ये एक प्लाज्मिड से दूसरे प्लाज्मिड में प्रतिरोधक (antibiotic) को स्थानान्तरित करते हैं, जिससे ग्राही DNA अणु का आकार बढ़ जाता है। ग्राही प्लाज्मिड के द्वारा यह प्रतिरोध (resistance) दूसरे प्लाज्मिड को प्रदान किया जा सकता है, इस प्रक्रिया में भी DNA खण्ड के जुड़ने से प्लाज्मिड का आकार बढ़ जाता है। ट्रांसपोसोन जीनोम में एक से अधिक स्थल पर गति कर सकता है, दो जीवाण्वीय गुणसूत्रों या दो प्लाज्मिड अथवा एक प्लाज्मिड तथा एक जीवाण्वीय गुणसूत्र के बीच स्थानान्तरित हो सकता है।

ऐसा देखा गया है, कि ट्रांसपोसोन के दोनों सूत्र के सिरे ऐसे न्यूक्लियोटाइड के बने होते हैं, जो आपस में संपूरक होते हैं, लेकिन व्युत्क्रम (reverse) स्थिति में होते हैं। उदाहरण के लिए यदि एक सिरा CCCAGAC है, तो दूसरा GTCTGGG होगा। ये व्युत्क्रम अनुक्रम, स्टेम तथा लूप (stem & loop) संरचना बनाते हैं, जो इसके व्युत्क्रम अनुक्रम की उपस्थिति को स्पष्ट करते हैं। एक प्लाज्मिड जिसमें ट्रांसपोसोन उपस्थित है, जब इसका विकृतीकरण (denaturation) होता है तो प्रत्येक सूत्र स्वयं अपने साथ क्षार युग्म बनाता है, और ऐसी स्थिति में स्टेम तथा लूप संरचना को स्पष्ट रूप से देखा जा सकता है। सभी ट्रांसपोसोन के अन्तिम सिरे पर व्युत्क्रम अनुक्रम कुछ न्यूक्लियोटाइड से 1400 तक हो सकते हैं।



चित्र 2.18 - ट्रांसपोसोन के दोनों सिरों पर व्युत्क्रम अनुक्रम की उपस्थिति तथा स्टेम-लूप का निर्माण।

ट्रांसपोसोन के प्रकार (Types of Transposon)

ये निम्न दो प्रकार के हैं -

(i) कम्पोजिट ट्रांसपोसोन (Composite Transposon)

(ii) कॉम्पलैक्स ट्रांसपोसोन (Complex Transposon)

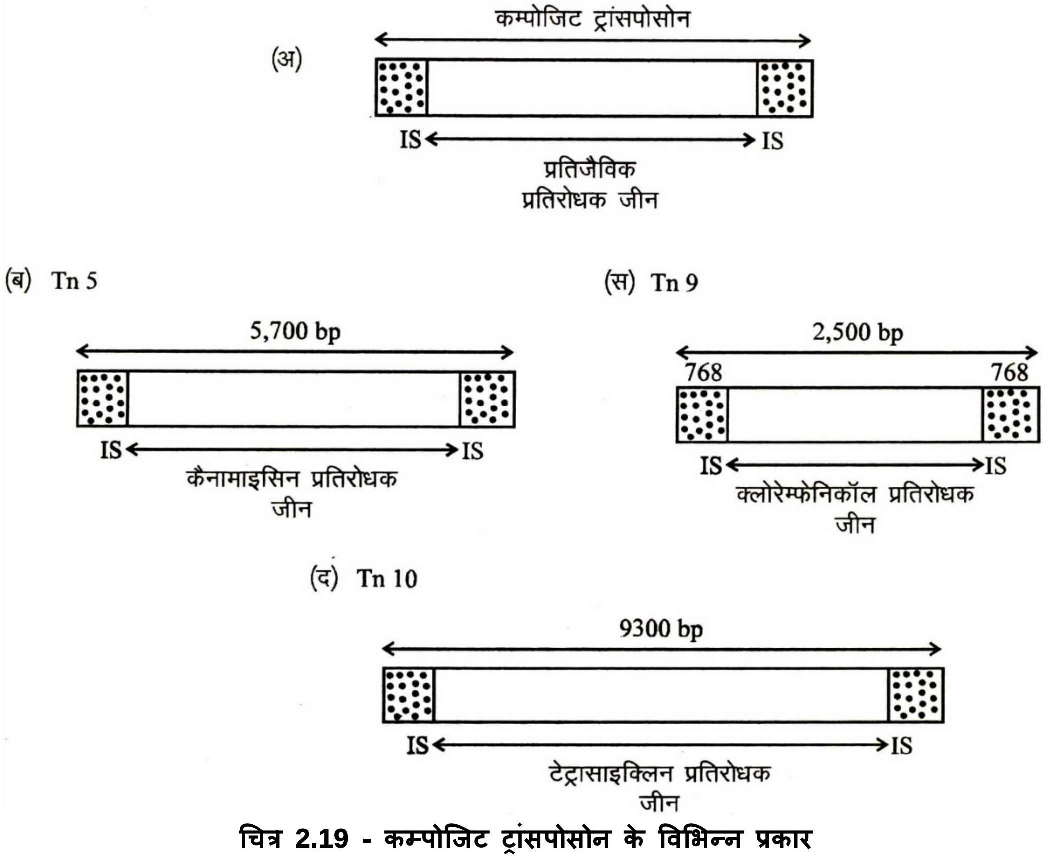
2.13.1 कम्पोजिट ट्रांसपोसोन (Composite Transposon)

ऐसे ट्रांसपोसोन जिसके मध्य भाग में जीन प्रतिजैविक प्रतिरोधक जीन (antibiotic resistant gene) पाये जाते हैं, तथा जिसके दोनों सिरों पर एक समान (identical) अनुक्रम के IS एलीमेण्ट उपस्थित होते हैं। इसके अतिरिक्त इनमें कुछ विशिष्ट औषधि के लिए प्रतिरोध उत्पन्न करने वाले जीन भी पाये जाते हैं, इन्हें Tn एलीमेण्ट कहते हैं। इनके महत्वपूर्ण उदाहरण Tn5, Tn9 तथा Tn10 हैं -

Tn5 → यह 5,700 क्षार युग्मों का बना होता है, जिसके सिरों पर 1450 क्षार युग्म का व्युत्क्रम अनुक्रम उपस्थित होता है, तथा यह कैनामाइसिन (kanamycin) के लिए प्रतिरोधकता प्रदर्शित करता है। यह भोजी वायरस से ई. कोलाई के गुणसूत्र पर गति (ट्रांसपोज) कर सकता है।

Tn9 →यह 2500 क्षार युग्म का बना होता है, जिसमें ट्रांसपोजेज (transposase) तथा क्लोरेष्फेनिकॉल (chloremphenicole)के लिए प्रतिरोधी जीन उपस्थित होते हैं।

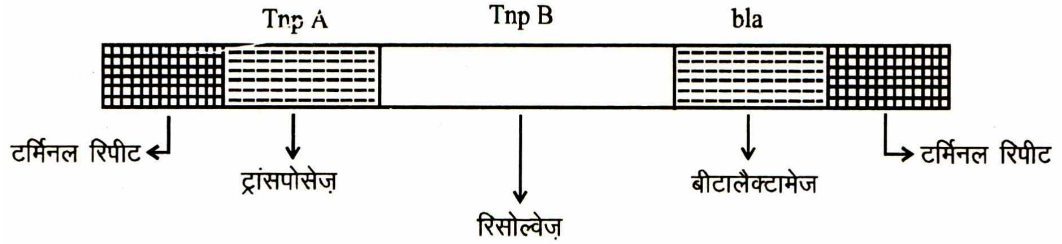
Tn10→यह टेट्रासाइक्लिन (tetracycline) के लिए प्रतिरोधकता प्रदर्शित करता है। इसमें 9300 क्षार युग्म उपस्थित होते हैं इसके व्युत्क्रम सिरों पर 1400 क्षार युग्म होते हैं।



चित्र 2.19 - कम्पोजिट ट्रांसपोसोन के विभिन्न प्रकार

2.13.2 कॉम्पलैक्स ट्रांसपोसोन (Complex Transposon)

इसमें Tn1, Tn2 तथा Tn3 ट्रांसपोसोन होते हैं। ये अपेक्षाकृत बड़े आकार के, लगभग 5000 क्षार युग्म के बने होते हैं। इसमें भी ट्रासपोजिशन तथा औषधि प्रतिरोधक जीन्स पाये जाते हैं। ये ट्रासपोसोन, तब तक गति (move) नहीं करते जब तक अपने ट्रांसपोसोन अनुक्रम की कॉपी नहीं बना लेते। Tn3 ट्रासपोसोन में, ट्रासपोजिशन से सम्बन्धित जीन्स के अतिरिक्त भी कई जीन उपस्थित होते हैं। इसमें Trp A, Trp R तथा bla जीन पाये गए है, जो क्रमशः ट्रांसपोज़ेज (trasposase), रेसोल्वेज (resolvase)तथा बीटालेक्टामेज (betalactamase) को कोडित करते हैं। दो प्रोटीन रेसोल्वेज तथा ट्रांसपोजेज, ट्रासपोजिशन में मदद करते हैं, जबकि बीटालेक्टामेज एम्पीसिलिन (ampicillin) के लिए प्रतिरोधकता प्रदर्शित करता है।

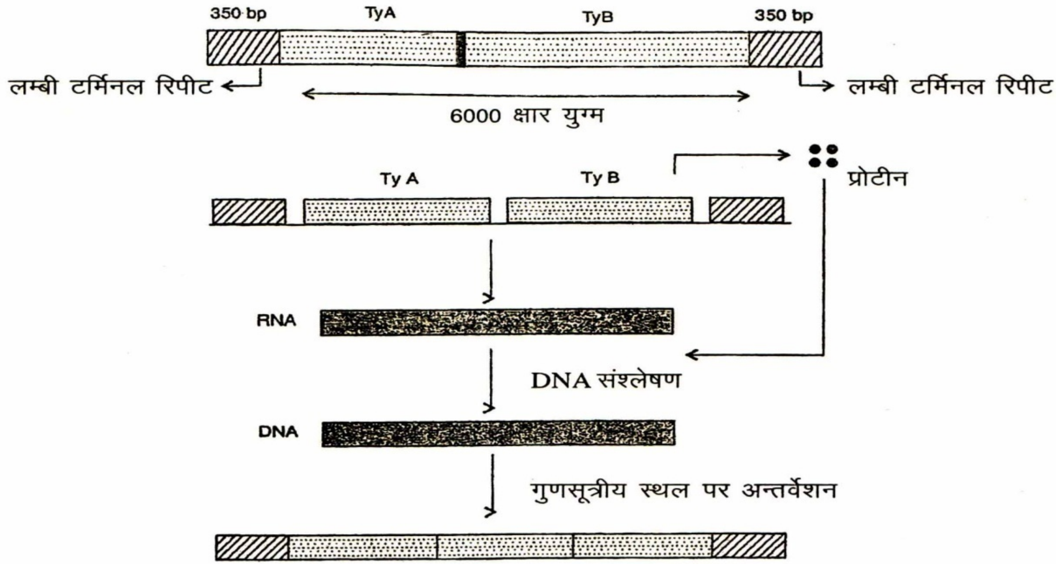


चित्र 2.20 कॉम्प्लैक्स ट्रांसपोसोन

2.14 यूकेरियोटिक ट्रांसपोसोन (Eukaryotic Transposon)

2.14.1 यीस्ट Ty एलीमेण्ट (Yeast Ty Element)

ये 6000 क्षार कहते हैं, पाई जाती है। ये डेल्टा एलीमेण्ट युग्म के बने होते हैं, इनमें 340 क्षार युग्म की डायरेक्ट रिपीट (direct repeat) अनुक्रम जिन्हें डेल्टा (δ) एलीमेण्ट उसी दिशा में पाये जाते हैं, जिसमें लम्बे समापन अनुक्रम

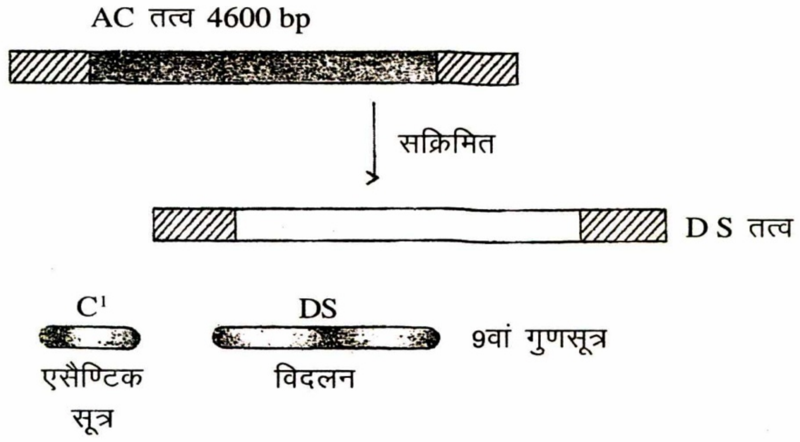


चित्र 2.21 -Ty स्थानान्तरण की विधि

(long termination repeats) अथवा LTR पाये जाते हैं। इस डायेरेक्ट रिपीट अनुक्रम में 5.6 किलो क्षार युग्म युक्त mRNA के अनुलेखन के लिए आवश्यक RNA पॉलीमरेज II का प्रमोटर स्थल उपस्थित होता है। यह अनुलेखन बाँये डेल्टा एलीमेण्ट से होता है, जबकि दाहिने डेल्टा एलीमेण्ट से DNA का अनुलेखन होता है। यीस्ट Ty एलीमेण्ट का आनुवांशिक संगठन, यूकेरियोटिक रेट्रोवायरस (Retrovirus) के समान होता है। इसमें दो जीन TyA तथा TyB होते हैं। ऐसा माना गया है कि यीस्ट Ty एलीमेण्ट एक कोशिका में ही गतिशील रहता है, एक कोशिका से दूसरी कोशिका में प्रवेश नहीं कर सकता।

2.14.2 पादपों में AC तथा BC एलीमेण्ट (AC & DS Elements of Plants)

ये मक्का में पाये जाने वाले ट्रासपोसोन हैं, जिनकी सर्वप्रथम बारबरा मैकक्लिन्टॉक ने प्रदर्शित किया। AC एलीमेण्ट, ऐसे ट्रांसपोसोन है, जिनमें लघु व्युत्क्रम अनुक्रम पाये जाते है तथा इनके मध्य भाग में ट्रॉसपोसेज (transposase) एन्जाइम को कोड करने वाले जीन उपस्थित होते हैं। ये ट्रासपोसोन ऐसे एलीमेण्ट हैं, जिनमें ट्रॉसपोसेज जीन अनुक्रम में डिलीशन (deletion) पाये जाते हैं, तथा ये अपने सतत अनुक्रम में जम्प नहीं कर सकते हैं। मक्का के भ्रूणपोष (endosperm) की बाह्म सतह के लिए नियामक तत्व कोशिका में नौवें गुणसूत्र पर पाये जाते हैं। नौवें गुणसूत्र पर उपस्थित एलील "C" मक्का के रंग को निर्धारित करता है। DS एक ऐसा आनुवांशिक कारक है, जिसके उपस्थित होने से यह गुणसूत्र में विदलन (breakage) को प्रेरित करता है। यदि गुणसूत्र के इस विशिष्ट स्थल पर AC अथवा सक्रियक (Activator) उपस्थित हो, तो यह उस स्थल को फिर से सक्रिय करने की क्षमता रखता है। परिणामस्वरूप यदि 'C' एलील अक्रियात्मक हो जाये तो वर्ण संश्लेषण 600bp (क्षार युग्म) का ही संभव होगा।



चित्र 2.22 - मक्का में AC तथा DS तत्व

2.14.3 ड्रोसोफिला में ट्रांसपोसोन (Transposon in Drosophila)

[I] ड्रोसोफिला के जीनोम में कई जम्पिंग जीन उपस्थित होते हैं, जिनमें एक समूह रेट्रोट्रांसपोसोन (retrotransposons) का है। इनमें 5000 से 15,000 क्षार युग्म के गुण रेट्रोवायरस तथा

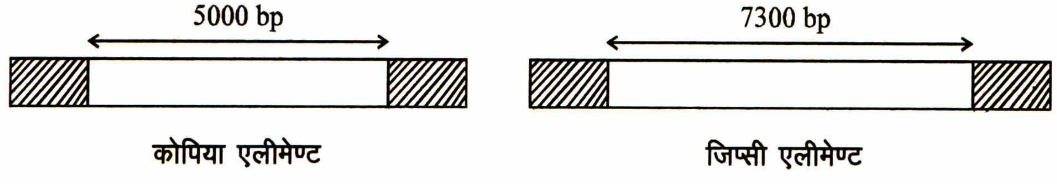
यीस्ट Ty एलीमेण्ट के समान होते हैं। इन ट्रासपोसोन के दोनों सिरों पर लम्बे समापन अनुक्रम (long terminal repeat) या LTR सैकड़ों क्षार युग्म युक्त होते हैं। यह दो प्रकार के है -

(अ) कोपिया (Copia) एलीमेण्ट

इनमें दोनों सिरों की LTR अनुक्रम के बीच 5000 क्षार युग्म उपस्थित होते है।

(ब) जिप्सी (Gypsy) एलीमेण्ट

ये 7300 क्षार युग्म के बने होते हैं, तथा 490 क्षार युग्म के लम्बे समापन अनुक्रम पाये जाते हैं।



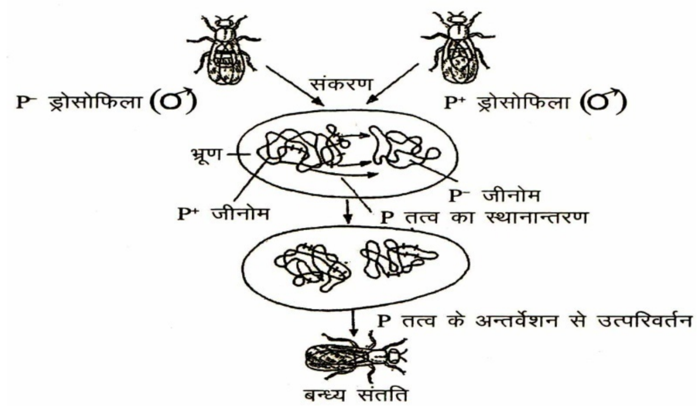
चित्र 2.23

[II] FB एलीमेण्ट(FB Element)

ये कुछ सौ से हजारों क्षार युग्म वाले हो सकते हैं, जिनके अंतस्थ सिरों पर व्युत्क्रम अनुक्रम उपस्थित होते हैं। ये अनुक्रम सतत् (FB_1 तथा FB_5) अथवा पृथक् ($FB_3, FB_4, FB_7, FB_8, FB_9$) हो सकते हैं, ये स्वयं पर कुण्डलित हो स्टेम तथा लूप संरचना बनाते हैं। FB ऐलीमेण्ट का एक उदाहरण TB_1 है, जो सफेद आँख वाली मक्खी के X-गुणसूत्र से दूसरे गुणसूत्र पर जम्प कर सकता है।

[III] P तथा I एलीमेण्ट (P and I Element)

ये ड्रोसोफिला में संकर डिक्लेनेसिस (Hybrid dysgenesis) को प्रेरित करते हैं, जब एक निश्चित संयोजन (combinations)में P,M,I तथा R स्ट्रेन का क्रॉस करवाया जाये। हाइब्रिड-डिरजेनेसिस से असामान्य लक्षण जैसे - बंध्यता (sterility), उच्च उत्परिवर्तन दर (high mutation rate), गुणसूत्रीय अपसामान्यताओं की उच्च दर तथा नॉन-डिक्लंमान (non-disjunction) जैसे लक्षण प्रकट होते है, जब निम्न क्रॉस से संकरण करवाया जाये - (i) जब M को मादा तथा P को नर के रूप में क्रॉस करवायें। (ii) जब I (inducer) को नर तथा R (reactive) को



चित्र 2.24-ड्रोसोफिला में हाइब्रिड -डिक्लेनेसिस

मादा के रूप में लें। इनसे प्राप्त संकर संतति डिक्लेनिक होगी। इन PM तथा IR को यदि व्युत्क्रम (reciprocal) रूप से संकरित करवाये $(P = ♀ \times M = ♂; I = ♀ \times R = ♂)$ तो सामान्य संतति प्राप्त होगी। ऐसे परिणाम सामने आये हैं, कि नि सम्बन्ध केवलल मादा को प्रभावित करता है, जबकि MP अन्योन्य क्रियाएँ (interactions) संतति की दोनों लिंग को प्रभावित करते हैं।

बोध प्रश्न

6. पुनरूसंयोजन को परिभाषित कीजिए।

   ....

7. सर्वप्रथम जीन शब्द का प्रयोग किसने किया?

   ....

8. म्यूटॉन, रेकॉन तथा सिस्ट्रॉन किसकी इकाई हैं?

   ....

9. अन्तर्वेशित अनुक्रम क्या हैं?

   ....

10. जम्पिंग जीन किन्हें कहते हैं?

    ....

11. प्रोकेरियोट्स में ट्रांसपोसोन कितने प्रकार के होते हैं?

    ....

12. हाइब्रिड-डिस्जेनेसिस के लक्षण बताइये।

    ....

2.15 सारांश (Summary) :

सभी जीवित कोशिकाओं में DNA के जैव संश्लेषण के लिए DNA-प्रतिकृति एक प्रमुख प्रक्रिया है। नये बनने वाले संतति DNA अणु में एक श्रृंखला नयी संश्लेषित होती है, जबकि दूसरी श्रृंखला जो नये DNA सूत्र के लिए टैम्पलेट (template) का कार्य करती है, पैतृक DNA से प्राप्त होती है। इस प्रकार DNA पुनरावृत्ति हेतु पैतृक DNA द्वारा नये सूत्र का संश्लेषण अर्धसंरक्षी विधि द्वारा पूर्ण होता है। DNA प्रतिकृति असंतत् खण्डों (discontinuous segments) के रूप में होती है। इस प्रक्रिया में DNA पॉलीमरेज II , एक महत्वपूर्ण एन्जाइम है, जबकि DNA पॉलीमरेज I, DNA सूत्र की मरम्मत (repair) के लिए आवश्यक होता है। DNA का संश्लेषण 5'- 3' दिशा में होता है, चूंकि DNA अणु में दोनों श्रृंखलाएं विपरीत समानान्तर (antiparallel) होती हैं, इसलिए विपरीत दिशा में गमन करती है। इससे सतत् पुनरावृत्ति सम्भव नहीं है। जब दोनों सूत्र खुलते (unwinding) हैं, तो एक तो DNA पॉलीमरेज के सम्मुख सही दिशा (5'-3') में होता है, जबकि दूसरा सूत्र विपरीत दिशा (3'-5') में होता है । इसीलिए DNA संश्लेषण असतत (discontinuously) छोटे खण्डों के रूप में हमेशा

5'-3' दिशा में होता है। बाद में ये खण्ड आपस में लाइगेज एन्जाइम द्वारा जुड़ जाते हैं। सर्वप्रथम टी. ओकाजाकी (T.Okazaki) ने छोटे सतत् खण्डों की खोज की, जिन्हें ओकाजाकी खण्ड (Okazaki fragments) कहा जाता है।

पुनरूसंयोजन प्रक्रिया सभी सजीवियों में देखी जाती है। समजात गुणसूत्रों के बीच पुनरूसंयोजन (recombination) प्रकृति में जाति उद्भवन के लिए आवश्यक प्रक्रिया है, इसी प्रक्रिया के द्वारा प्रकृति में आनुवांशिक विभिन्नताएँ देखी जाती है। एक जोड़ी समजात गुणसूत्रों के क्रोमेटिड्स के संगत खण्डों में जीन विनिमय के फलस्वरूप सहलग्न जीन्स में पुन: संयोग की क्रिया को पुनरूसंयोजन कहते हैं। इस प्रक्रिया में Rec A प्रोटीन महत्वपूर्ण है। यह एक सूत्रीय DNA के साथ बन्धित हो उसकी समजात अनुक्रम के साथ जुड़ जाता है। जीन विनिमय, हॉलीडे मॉडल के विदलन तथा पुन: संयोजन पर आधारित है।

जीन, आनुवांशिकी की क्रियात्मक इकाई है। यह आवश्यक नहीं कि सभी जीन, प्रोटीन संश्लेषित करें। जीन rRNA तथा tRNA संश्लेषण को भी नियंत्रित करते हैं। यह गुणसूत्र का अतिसूक्ष्म खण्ड है। जीन की उपइकाई के रूप में रेकॉन (racon), म्यूटॉन (muton) तथा सिस्ट्रॉन (cistron) उपस्थित होती है। यूकेरियोटिक जीन में नॉन कोडिंग अनुक्रम पाये जाते हैं, जिन्हें इन्ट्रॉन्स कहते हैं। इन्ट्रॉन्स R-लुपिंग द्वारा, स्पलाइसियोसोम की मदद से निष्कासित कर दिये जाते है। सभी एक्सॉन, लाइगेज एन्जाइम की मदद से जुड़कर RNA संश्लेषित करते हैं।

ट्रॉसपोसोन चलायमान (movable) आनुवांशिक तत्व हैं, जिन्हें जम्पिंग जीन (jumping gene)भी कहते हैं। ये एक गुणसूत्र में एक स्थान से दूसरे स्थान पर स्थानान्तरित हो सकते है अथवा एक गुणसूत्र से दूसरे पर या प्लाज्मिड से भी गुणसूत्र पर गति कर सकते हैं। जीवाणु में ट्रासपोसोन साधारण अन्तर्वेशित अनुक्रम (insertion sequence) के रूप में पाये जाते हैं।

अन्तर्वेशित अनुक्रम के दोनों सिरों पर व्युत्क्रम अनुक्रम पाये जाते है। दो प्रकार के ट्रासपोसोन पाये जाते हैं -

(अ) कम्पोजिट ट्रांसपोसोन तथा (ब) कॉम्पलैक्स ट्रासपोसोन। ट्रासपोसोन में प्रतिजैविक प्रतिरोधक जीन (antibiotic resistant gene) पाये जाते हैं। ये एम्पीसिलिन, कैनासाइमिन टेट्रासाइक्लिन तथा क्लोरेम्फेनिकॉल के विरूद्ध प्रतिरोध प्रदर्शित करते हैं।

2.16 शब्दावली (Glossary) :

1.	पुनरूसंयोजन	Recombination
2.	निवेशित तत्व	Insertion Elements
3.	पक्षांतरक	Transposons

2.17 संदर्भ ग्रन्थ (Reference Book) :

1. कोशिका विज्ञान, आनुवांशिकी विकास, पादप प्रजनन एवं पारिस्थितिकी - पी.के. गुप्ता
2. बायोटेक्नोलॉजी -3 - एस. महेश
3. सैल एण्ड मॉलीक्यूलर बायलॉजी - पी.के. गुप्ता

2.18 बोध प्रश्नों के उत्तर

1. तीन - संरक्षी, परिक्षेपी तथा अर्द्धसंरक्षी
2. नये बनने वाले दोनों सूत्रों में से एक पैतृक अणु से तथा दूसरा पूरी तरह से नया संश्लेषित होता है। यह विधि मैसल्सन तथा स्टाहल ने प्रतिपादित की।
3. विसिया फाबा
4. प्रतिलिपिकरण प्रक्रिया में पॉलिन्यूक्लियोटाइड खला छोटे-छोटे खण्डों के रूप में संश्लेषित होती है, इन खण्डों को ओकाजाकी खण्ड कहते हैं।
5. प्रतिलिपिकरण प्रक्रिया में उद्भव बिन्दु से डी.एन.ए. सूत्रों का विकुण्डलन एकदिशीय अथवा द्विदिशीय प्रक्रिया में होता है, तब प्रतिलिपिकरण आँख (Replication Eye) का निर्माण होता है।
6. एक जोड़ी समजात गुणसूत्रों के क्रोमेटिड्स के बीच जीनीय आदान-प्रदान के फलस्वरूप सहलग्न जीन्स में पुन: संयोग को पुनरूसंयोजन कहते हैं।
7. जॉहन्सन ने
8. म्यूटॉन उत्परिवर्तन की, रेकॉन पुनरूसंयोजन की तथा सिस्ट्रॉन अनुलेखन- की क्रियात्मक इकाई है
9. वे अनुक्रम जो अनुलेखन के दौरान mRNA बनते समय निष्कासित कर दी जाती हैं, अन्तर्वेशित अनुक्रम कहलाती है।
10. ट्रासपोसोन को
11. .दो प्रकार के - कम्पोजिट तथा कॉम्पलैक्स ट्रासपोसोन
12. बंध्यता, उच्च परिवर्तन दर तथा गुणसूत्रीय अपसामान्यताओं की उच्च दर।

2.19 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question) :

1. दो प्रयोगों की सहायता से स्पष्ट कीजिए कि DNA ही आनुवांशिक पदार्थ है।
2. DNA की अर्ध-असतत पुनरावृत्ति का वर्णन कीजिए बताइये कि यह या तो एकादिशीय या द्विदिशीच हो सकती है।
3. होलीडे मॉडल की सहायता से जीन विनिमय को समझाइये।
4. सिस्ट्रॉन, म्यूटॉन व रेकॉन किन्हें कहते हैं? जीन के साथ ये किस प्रकार सम्बन्धित हैं?
5. ट्रांसपोसोन क्या है? प्रोकेरियोट्स में पाये जाने वाले ट्रांसपोसोन के प्रकारों का वर्णन कीजिए।
6. यूकेरियोट्स में DNA प्रतिकृति के विभिन्न चरणों का वर्णन कीजिए।

इकाई 3

असीमकेन्द्रकीयों व ससीमकेन्द्रकीयो में अनुलेखन, आनुवांशिक कूट आर.एन.ए. विभक्तन एवं संपादन

TRANSCRIPTION IN PROKARYOTES AND EUKARYOTES, GENETIC CODE, RNASPLICINGAND EDITING

इकाई की रूपरेखा

3.0 उद्देश्य

3.1 प्रस्तावना

3.2 असीमकेन्द्रकीयों में अनुलेखन

 3.2.1 RNA पॉलीमरेज

 3.2.2 अनुलेखन में RNA पॉलीमरेज की भूमिका

3.3 अनुलेखन के प्रमुख चरण

3.4 ससीमकेन्द्रकीयों में अनुलेखन

3.5 अनुलेखन की क्रियाविधि

3.6 mRNA के पश्च अनुलेखनी रूपान्तरण

 3.6.1 mRNA कैपिंग

 3.6.2 mRNA का बहुएडीनिलिकरण

3.7 RNA समबंधन

 3.7.1 लैरियत विधि से इन्ट्रॉन्स का निष्कासन

 3.7.2 स्पलाइसियोसोम द्‌वारा इन्ट्रॉन्स का निष्कासन

3.8 आनुवांशिक कूट

3.9 आनुवांशिक कूट के गुण

3.10 वॉबल परिकल्पना

3.11 RNA संपादन

 3.11.1 स्थल विशिष्ट - विएमीनीकरण

 3.11.2 निर्देशित RNA द्‌वारा

3.12 सारांश

3.13 शब्दावली

3.14 संदर्भ ग्रन्थ

3.15 बोध प्रश्नों के उत्तर

3.16 अभ्यासार्थ प्रश्न

3.0 उद्देश्य (Objective) :

इस इकाई के अध्ययन के पश्चात् आपको यह समझ आ जायेगा -

(1) किस प्रकार अनुलेखन प्रक्रिया द्वारा mRNA, rRNA तथा tRNA का संश्लेषण होता है।

(2) प्रोटीन निर्माण हेतु सूचना DNA में पाये जाने वाले क्षारक के विशिष्ट अनुक्रम में निहित होती है, जिसे आनुवंशिक कूट कहते हैं।

(3) RNA-स्पलाइसिंग तथा RNA संपादन की मदद से अनुलेखन के पश्चात् RNA की अनुक्रम परिवर्तित की जा सकती है।

3.1 प्रस्तावना (Introduction) :

यह एक ऐसी अनूठी प्रक्रिया है, जिसमें DNA से आनुवंशिक सूचनाएँ mRNA में स्थानान्तरित होती हैं। इस प्रक्रिया को सम्पन्न करने के लिए विशिष्ट एन्जाइम RNA'-पॉलीमरेज की उपस्थिति आवश्यक होती है। अनुलेखन, जीन अभिव्यक्ति का प्रथम चरण है, जिसकी शुरूआत DNA की विशिष्ट जीन अनुक्रम से RNA-पॉलीमरेज एन्जाइम के बन्धित होने से होती है। इन्हें प्रमोटर्स कहते हैं। इसके पश्चात् RNA पॉलीमरेज पूरे DNA टेम्पलेट पर गति करता हुआ तब तक RNA संश्लेषण करता है, जब तक वो समापन (termination) अनुक्रम तक ना पहुँच जाये। अनुलेखन में सबसे पहले DNA अणु के दोनों रज्जुक (strand) अकुण्डलित (unwind) होकर खुल जाते हैं, जिनमें से एक रज्जुक टेम्पलेट की तरह कार्य करता है। इस रज्जु पर भी mRNA अणु के समान ही न्यूक्लियोटाइड का व्यवस्था क्रम पाया जाता है।

3.2 असीम केन्द्रकियों/प्रोकेरियोट्स में अनुलेखन (Transcription in Prokaryotes):

जीवाणुओं में एक ही प्रकार का RNA पॉलीमरेज एन्जाइम पाया जाता है जो विभिन्न प्रकार के RNA जैसे mRNA, r-RNA,t-RNA के माध्यम से अनुलेखन में भाग लेता है।

3.2.1 RNA पॉलीमरेज (RNA Polymerase)

इस RNA पॉलामल होलोएन्जाइम के दो भाग होते हैं-

(अ) कोर एन्जाइम (Core enzyme)

(ब) सिग्मा(σ) कारक (Sigma factor)

1. यह एन्जाइम,अनुलेखन के प्रारम्भ होने वाले DNA का वर्धक या प्रमोटर स्थल को पहचानने में मदद करता है।
2. RNA- पॉलीमरेज होलोएन्जाइम मे, कोर एन्जाइम के साथ जुड़ने वाला सिग्मा (σ) कारक होता है,जो RNA के संवर्धन का प्रारम्भन करता है।

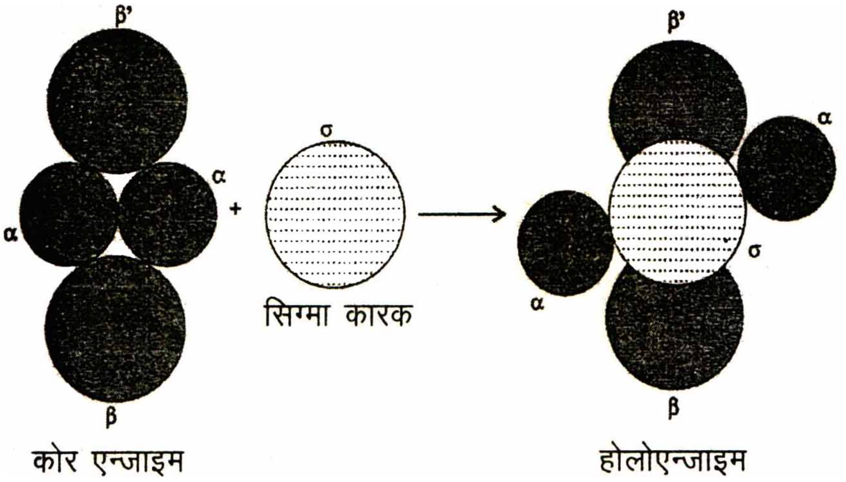
(अ) कोर एन्जाइम(Core enzyme)

यह चार उपइकाईयों से मिलकर बना होता है|,दो α श्रृंखलाएँ होती है,जो प्रमोटर के साथ बंध बनाती है तथा इनकी उपस्थिति कोर एन्जाइम को संयुक्त रखने के लिए आवश्यक होती हैं| यह

उपइकाई पहचान (recognition) के लिए आवश्यक होती है,एक β तथा β श्रंखला(subunit) होती है,जो RNA संवर्धन के लिए आवश्यक न्यूक्लियोटाइड़ को बांधने का कार्य करते है| कोरRNA-पोलीमरेज एन्जाइम किसी भी स्थल पर अनुलेखन को प्रारम्भ करने में सक्षम नहीं होते, लेकिन RNA संवर्धन के लिए आवश्यक हैं| कोर एन्जाइम की सक्रियता सिग्मा कारक से सम्बद्ध होने के बाद ही आरंभ होती है|

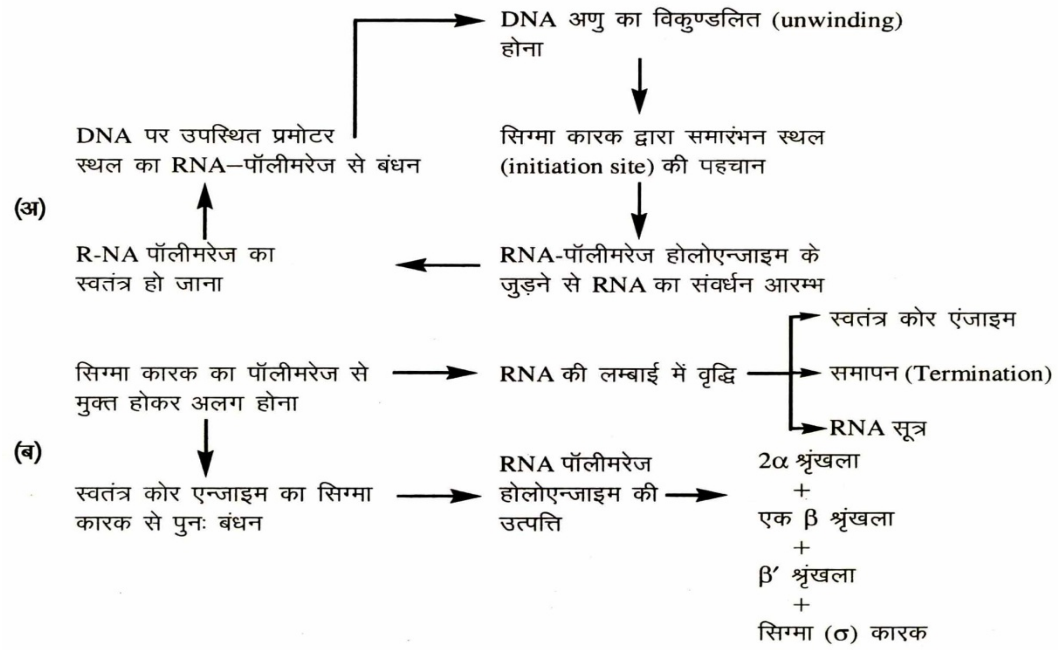
(ब) सिग्मा(σ) कारक (Sigma factor)

सिग्मा कारक कोर एन्जाइम के साथ सम्बद्ध होकर इसे सक्रिय बनाने का काम करता है| यह DNA के प्रमोटर स्थल की पहचान कोर RNA पोलीमरेज को इसके साथ जोड़ता है, इस प्रकार अनुलेखन का समारंभ (initiation) करने में सक्रिय रूप से भाग लेता है|'



चित्र 3.1: असीमकेंद्रकीय RNA पोलीमरेज

अनुलेखन में RNA'-पॉलीमरेज की भूमिका



सारणी 3.1 - जीवाण्वीय RNA पॉलीमरेज

उपइकाई (Subunit)	जीन (Gene)	आण्विक भार (Molecular wt.)	उपइकाई संख्या (Subunit No.)	कार्य (Function)
α (अल्फा	rpo A	40,000	2	कोर एन्जाइम को संगठित रखना
β '(बीटा)	rpo C	1,50,000	1	DNA के साथ बंधन
β (बीटा)	rpo B	1,50,000	1	RNA-पोलींराइजेशन
σ (सिग्मा)	rpo D	65,000	1	प्रमोटर स्थल की पहचान

3.3 अनुलेखन के प्रमुख चरण (Steps in Transcription):

3.3.1 समारंभन (Initiation)

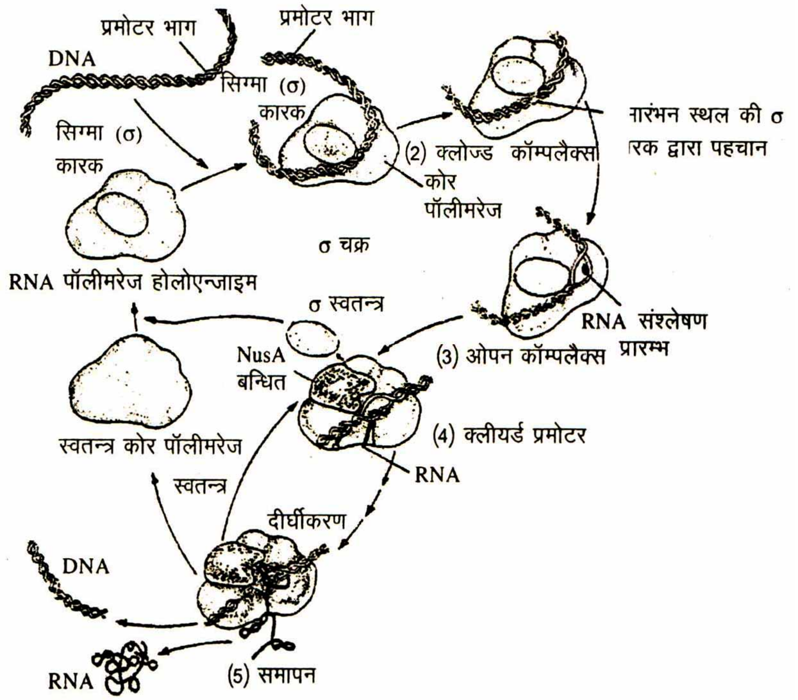
सर्वप्रथम RNA-पॉलीमरेज, DNA के प्रमोटर स्थल से जुड़कर अनुलेखन को समारंभ करता है, यह अवस्था क्लोज्ड कॉम्पलैक्स (closed complex) कहलाती है। DNA के विकुण्डलित होने से तथा DNA के कुछ अनुक्रम के क्षय हो जाने से यह अवस्था ओपन प्रमोटर कॉम्पलैक्स (open promoter complex) कहलाती है। RNA-पॉलीमरेज में सिग्मा (σ) कारक की उपस्थिति, एन्जाइम की DNA प्रमोटर स्थल से स्थायी/दृढ़ बंधन को प्रेरित करती है। होलोएन्जाइम (सिग्मा कारक के साथ) ही अनुलेखन को समारंभ कर सकता है, क्योंकि सिग्मा कारक ही DNA के प्रमोटर अनुक्रम की पहचान करता है। प्रमोटर स्थल छः विशिष्ट न्यूक्लियोटाइड अनुक्रम का बना होता है जिन्हें संरक्षित (conserved) अनुक्रम कहते हैं। RNA-पॉलीमरेज एन्जाइम लगातार DNA को विकुण्डलित करते हैं, जिससे टेम्पलेट रज्जु के द्वारा RNA'-संश्लेषण सतत चलता रहे। RNA-संश्लेषण के प्रारंभ होते ही, सिग्मा कारक होलोएन्जाइम से मुक्त हो जाता है। कोर एन्जाइम RNA संश्लेषण प्रक्रिया को जारी रखता है। सिग्मा कारक के अलग होने से Nus A प्रोटीन का प्रवेश निश्चित होता है, यह प्रोटीन RNA की लम्बाई में वृद्धि कर विशिष्ट स्थल पर इस प्रक्रिया का समापन (termination) करता है। Nus A प्रोटीन के जुड़ने के बाद कोर एन्जाइम स्थाई 'टरनरी इलोग्नेशन कॉम्पलैक्स" (ternary elongation complex) बनाता है।

3.3.2 दीर्घीकरण (Elongation)

इस चरण में RNA की लम्बाई में वृद्धि होती है। जब एक बार राइबोन्यूक्लियोटाइड का पॉलीमराइजेशन हो जाता है, तो कोर एन्जाइम DNA की पूरी लम्बाई में गति कर DNA के दोनों रज्जुओं को अलग कर देता है। नया संश्लेषित RNA टेम्पेलेट DNA से पृथक् हो जाता है, तथा DNA में सुकृतिकरण (renaturing)के द्वारा पुन: द्विकुण्डलित अवस्था बन जाती है| RNA संश्लेषण 5' से 3' दिशा में होता है, सम्बन्धित जीन्स तब तक अनुलेखित होते हैं, जब तक कि RNA पॉलीमरेज समापन (termination) स्थल तक ना पहुँच जाये।

3.3.3 समापन (Termination)

अनुलेखन का यह अन्तिम चरण है, जहाँ RNA संश्लेषण का समापन होकर यह DNA टेम्पलेट से मुक्त हो जाता है। टेम्पलेट DNA पर एक विशिष्ट अनुक्रम होता है, जिसे समापन अनुक्रम कहते हैं। जब RNA '-पॉलीमरेज समापन स्थल तक पहुंचता है, 'तो वृद्धि करती हुई RNA -श्रृंखला में न्यूक्लियोटाइड का जुड़ना रूक जाता है। ई. कोलाई जीवाणु में दो समापन स्थल पहचाने गए है- (i) एक विशिष्ट अनुक्रम जिसे इन्ट्रेन्सिक टर्मीनेटर कहते हैं, जिसमें rho कारक की अनुपस्थिति में RNA पॉलीमरेज कोर एन्जाइम अनुलेखन का समापन करता है। (ii) दूसरा rho कारक - यह एक प्रोटीन है, जो RNA पॉलीमरेज के साथ अनुलेखन के समापन के लिए सहायक प्रोटीन (helper protein) की तरह कार्य करता है।



चित्र 3.2 : अनुलेखन के दौरान. सिग्मा कारक, तथा पॉलीमरेज के कोर एन्जाइम की भूमिका प्रदर्शित की गई है।

3.4 ससीमकेन्द्रकीयों/यूकेरियोट्स में अनुलेखन (Transcription in Eukaryotes):

यूकेरियोट्स में अनुलेखन केन्द्रकीय कोष में होता है, जिसके पश्चात् अनुवादिकरण (translation) कोशिकाद्रव्य (cytoplasm) में होता है। mRNA को अनुलेखन के पश्चात् अनुवादिकरण के लिए केन्द्रक से कोशिकाद्रव्य में आना पड़ता है।

प्रोकेरियोट्स की तुलना में, यहाँ तीन प्रकार के RNA-पॉलीमरेज रिपोर्ट किए गए हैं - जो विविध प्रकार के RNA' संश्लेषण में सक्रिय योगदान देते हैं। ये तीनों RNA-पॉलीमरेज

एन्जाइम RNA'-पॉलीमरेज I,RNA पॉलीमरेज-II तथा RNA पॉलीमरेज III यूकेरियोट्स के केन्द्रक में पाये जाते हैं।

RNA पॉलीमरेज I - ये एन्जाइम केवल राइबोसोमल RNA (rRNA) जीन्स का ही अनुलेखन करता है। यह केन्द्रिका (nucleolus) में उपस्थित होता है, तथा कुल कोशिकीय RNA का लगभग 70 प्रतिशत RNA उत्पन्न करता है। यह DNA के लिए 18S, 5.8 S तथा 28 S जीन्स का अनुलेखन करता है। RNA-पॉलीमरेज I के लिए दो सहायक कारक UBF तथा SLIGC आवश्यक होते हैं। ये दोनों कारक जब RNA-पॉलीमरेज-I के साथ बन्धित होते हैं, तभी अनुलेखन समारंभन होता है।

RNA-पॉलीमरेज II - यह केन्द्रिकाद्रव्य (nucleoplasm) में, विषमांगी केन्द्रकीयRNA (heterogenous nuclear RNA/hnRNA) के संश्लेषण का जिम्मेदार होता है। RNA-पॉलीमरेज-II 10 से अधिक उपइकाई का बना होता है। पॉलीमरेज की सबसे बड़ी उपइकाई में एक कार्बोक्सिल टर्मिनल डोमेन (carboxyl] terminal domain/CTD) होता है, जिसमें सात अमीनों अम्लों की पुनरावृत्ति अनुक्रम (Repeated sequence) होते हैं।

RNA-पॉलीमरेज III - यह एन्जाइम केन्द्रिकाद्रव्य में लगभग 10 प्रतिशत कोशिकीय RNA, जैसे tRNAतथा दूसरे लघु RNA' संश्लेषित करता है।

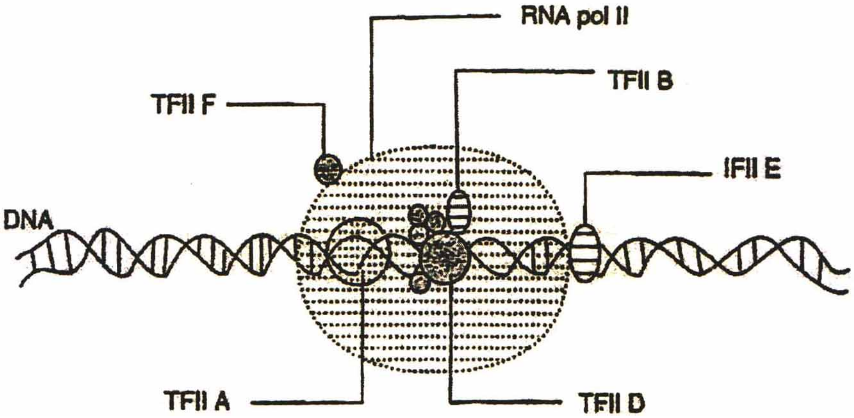
सभी यूकेरियोटिक RNA-पॉलीमरेज 530,000 डाल्टन के प्रोटीन होते हैं। ये मुख्य रूप से दो बड़ी उपइकाई, जिनका आण्विक भार 220,000 तथा 140,000 और बहुत सी छोटी उपइकाई के बने होते हैं।

3.5 अनुलेखन की क्रियाविधि (Mechanism of transcription):

प्रोकेरियोट्स की अपेक्षा यूकेरियोट्स में अधिक संख्या में प्रमोटर होते हैं। एक अनुक्रम जिसमें A=T बाहुल्य स्थल को 'टाटा बॉक्स' (TATA box) कहते हैं, यह प्रमोटर स्थल अनुलेखन स्थल से दूर स्थित होता है। यह स्थल यूकैरियोटिक पॉलीमरेज II द्वारा पहचाना जाता है। कुछ प्रोटीन्स अनुलेखन स्थल से काफी दूर (40 से 110 bp) स्थित होते हैं, जिन्हें CAAT बॉक्स तथा GC बॉक्स कहते हैं इसकी पहचान RNA पॉलीमरेज II के द्वारा की जाती है। यूकेरियोट्स में अनुलेखन से सम्बन्धित कारक (प्रोटीन) इस प्रक्रिया के लिए आवश्यक होती हैं। उनमें से कुछ कारक RNA पॉलीमरेज को पहचानकर समारम्भ कॉम्पलैक्स (Initiation complex)के साथ संयोजित हो जाते हैं। यूकेरियोट्स तथा प्रोकेरियोट्स के अनुलेखन में यही अन्तर है कि यूकेरियोट्स में प्रमोटर स्थल से बहुत से अनुलेखनी कारक जुड़कर सिस-एक्टिंग एलीमेण्ट के साथ समारम्भ कॉम्पलैक्स बनाते हैं।

यूकेरियोटिक अनुलेखन का नियमन एक धनात्मक प्रक्रिया है। यूकेरियोटिक अनुलेखन इकाई सामान्यतया एक एकक जीन का बना होता है, जिसके अन्तिम सिरे पर समापन स्थल (termination codon)होता है। RNA श्रृंखला संश्लेषण को समाप्त करने में भी पॉलीमरेज I तथा III सहायक होते हैं।

अनुलेखन का प्रारम्भन प्रमोटर स्थल पर कॉम्पलैक्स निर्माण से होता है। प्रथम चरण में TATA स्थल पर प्रमोटर के साथ बन्धन कारक TF II D का संयोजन होता है। इसके पश्चात् TF II A कारक बन्धित होता है। TF II F कारक अपने आप संयोति नहीं होता। RNA पॉलीमरेज जब संयोजन स्थल पर जुड़ता है, तब TF II F कारक कॉम्पलैक्स के साथ संलग्न हो जाता है। इसके साथ ही दो अतिरिक्त कारक TF II EतथाTF II H अनुलेखन कॉम्पलैक्स के साथ जुड़ जाते हैं। TF II H कारक ही हेलीकेज (helicase) तथा ATPase सक्रियता, RNA पॉलीमरेज II की गति निर्धारित करते हैं। अनुलेखन की शुरूआत पॉलीमरेज गति से होती है, जिसके पश्चात्' DNA से सभी अनुलेखनी कारक मुक्त (release) होते हैं।



चित्र 3.3 : ससीमकेन्द्रकीयों में अनुलेखन का चित्रण

3.6 mRNA के पश्च-अनुलेखनी रूपान्तरण (Post-Transcriptional Modification of mRNA):

यूकेरियोट्स में अनुलेखित mRNA को स्थायित्व प्राप्त करने तथा इन्ट्रॉन्स को बाहर निकालने हेतु कई परिवर्तन करने पड़ते हैं, जिसके लिए निम्न विधियाँ काम में आती हैं -

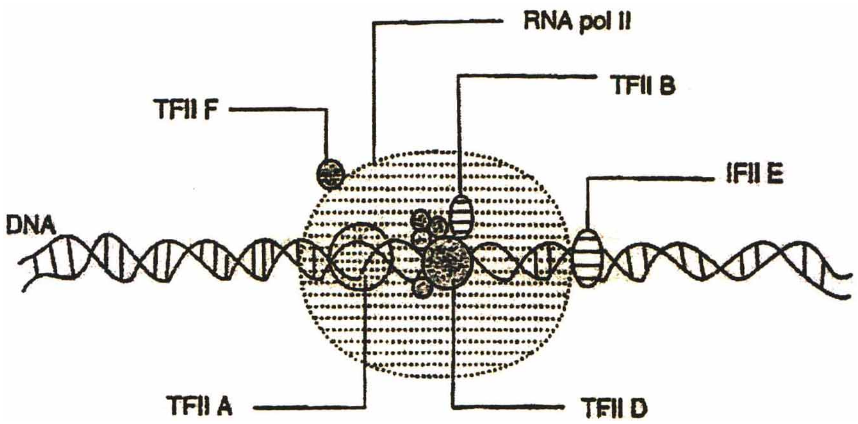
3.6.1 m-RNA कैपिंग (mRNA-Capping)

mRNA 'के कुछ पूर्ववर्ती (Precursor) एडीनिलिक या गुआनिलिक ट्राईफॉस्फेट होते हैं, जो कैपिंग प्रक्रिया में भाग लेते हैं। इस प्रक्रिया से mRNA स्थायी हो जाता है, क्योंकि एक्सोन्यूक्लिएज एन्जाइम से यह सुरक्षित हो जाता है। इस प्रक्रिया में गुवानिल ट्रांसफरेज (guanyl transferase) एन्जाइम सहायक होता है तथा मिथाइल ट्रांसफरेज द्वारा मिथाइलीकरण की प्रक्रिया पूर्ण होती है। सबसे अधिक मिथाइलीकरण की क्रिया कैपयुक्त mRNA के 5' सिरे पर होती है।

3.6.2 mRNA का बहुएडीनिलिकरण (Polyadenylation of mRNA)

इस प्रक्रिया में mRNA 'के 3' सिरे पर एडीनाइलेट अवशेष (adenylate residue) जुड़कर 200-300 न्यूक्लियोटाइड युक्त पॉली (A) श्रृंखला बनाते हैं, जिसे पॉली (A) पुच्छ (Tail)

कहते हैं। अनुलेखन के तुरन्त पश्चात् बहुएडीनीलीकरण की प्रक्रिया सम्पन्न हो जाती है। m-RNA के विदलित होते ही कई सौ एडीनिलिक समूह 3' सिरे पर जुड़ जाते हैं। बहुएडीनीलिकरण से m-RNA अधिक स्थायी हो जाते हैं, क्योंकि पुच्छ (Tail) पर एक्सोन्यूक्लिएज एन्जाइम प्रभावी नहीं हो पाता तथा पॉली (A) पुच्छ m-RNA को दूसरे कोशिकीय RNA पृथक रखती है।



चित्र 3.4 : ससीमकेन्द्रकीयों में m-RNA संश्लेषण

बोध प्रश्न

1. आर.एन.ए. पॉलीमरेज में सिग्मा कारक की उपयोगिता बताइये।

   ....

2. जीवाण्वीय आर.एन.ए. पॉलीमरेज कितनी उप इकाई का बना होता है|

   ....

3. अनुलेखन में समापन चरण को स्पष्ट कीजिए|

   ....

4. यूकेरियोट्स में कितने प्रकार के पॉलीमरेज, अनुलेखन में भाग लेते है

   ....

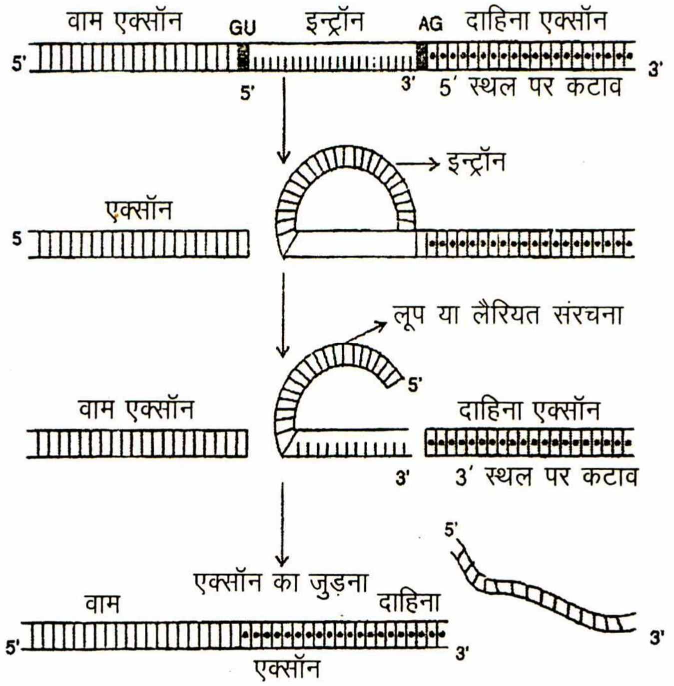
3.7 RNA-समबंधन (RNA-Splicing)

प्रोकेरियोट्स में अमीनो अम्लों का अनुक्रम, बिल्कुल mRNA के समान होता है। जबकि यूकेरियोट्स में प्रोटीन के कोडोन पूरी तरह से mRNA के समान नहीं होते। यूकेरियोट्स के DNA में बहुत सी अन्तर्वेशित अनुक्रम (interruptive sequence) होते हैं, जो प्रोटीन को कोडित नहीं करते हैं। ये नॉन-कोडिंग अनुक्रम इन्ट्रॉन्स (introns) कहलाते हैं। इन्ट्रॉन्स कोडिंग जीन के बीच में भी उपस्थित हो सकते हैं। स्पिलिट जीन (split gene) के अनुलेखन से प्राथमिक उत्पाद pre-mRNA बनता है, जिसमें कोडिंग जीन एक्सॉन (exon) तथा नॉनकोडिग इन्ट्रॉन्स दोनों पाये जाते हैं। कैपिंग तथा बहुएडीनिलिकरण प्रक्रिया के फलस्वरूप pre-mRNA का mRNA में परिवर्तन तभी होता है, जब RNA -स्पलाइसिंग के फलस्वरूप इन्ट्रोन रिमूव कर

दिए जाते हैं और यहीं प्रक्रिया RNA'-स्पलाइसिंग कहलाती है। इन्ट्रॉन्स के रिमूवल का अध्ययन निम्न दो विधियों के अन्तर्गत किया जाता है -

3.7.1 लैरियत विधि से इन्ट्रॉन्स का निष्कासन (Removal of Introns through Lariat)

RNA समबंधन (RNA-Splicing) की इस क्रियाविधि में, सबसे पहले 5' सिरे पर एक कटाव (cut) लगता है, जो एक्सॉन तथा इन्ट्रॉन को एक दूसरे से पृथक् करता है। वाम एक्सॉन (Left exon)एक रेखीय अणु के रूप में होता है, जबकि दाहिना इन्ट्रॉन लैरियत संरचना अर्थात् लूप बनाता है, जिसका 5' सिरा इन्ट्रॉन के आधार भाग से 5-3 दिशा में बन्ध बनाता है। एक अनुक्रम में A क्षार लक्ष्य क्षार (target base) है, जो शाखित स्थल कहलाता है। दूसरे चरण में 3' स्पलाइस स्थल पर कट लगता है, जिससे लैरियत /लूप स्थल से इन्ट्रॉन्स का निष्कासन होता है तथा दाहिना एक्सॉन, वाम एक्सॉन के साथ जुड़ जाता है। अब लूप अशाखित होकर, रेखीय संरचना में परिवर्तित हो जाता है। निष्कासित इन्ट्रॉन्स का शीघ्र ही अपघटन हो जाता है।

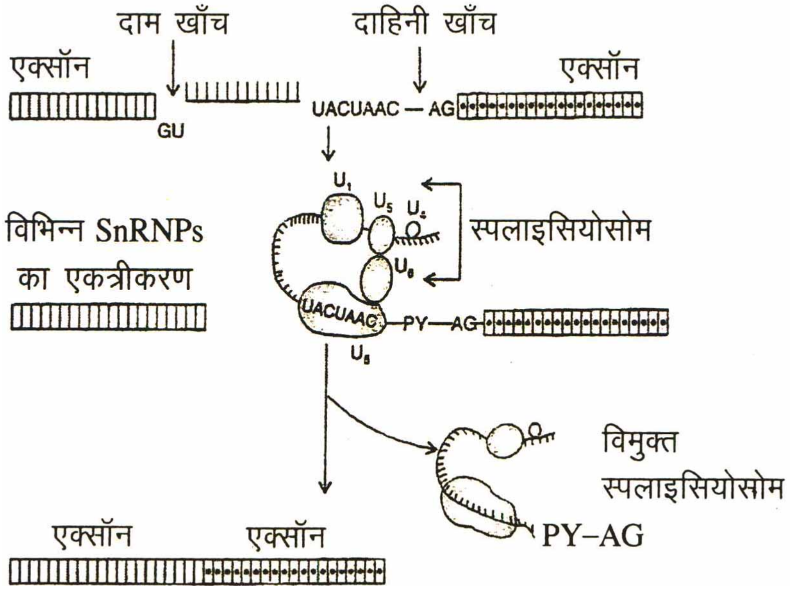


चित्र 3.5 : लैरियत विधि द्वारा इन्ट्रॉन्स का निष्कासन

3.7.2 स्पलाइसियोसोम द्वारा इन्ट्रॉन्स का निष्कासन (Removal of Introns by Spliceosome)

यूकेरियोटिक कोशिकाओं में इन्ट्रॉन निष्कासन के लिए स्पलाइसियोसोम सहायक होता है। स्पलाइसिंग तन्त्र में प्रोटीन और RNA दोनों होते हैं, ये दोनों अणु जीन से अवांछित अनुक्रम को निष्कासित कर देते है। यूकेरियोट्स में बहुत से लघु RNA अणु पाये जाते हैं, जो केन्द्रकद्रव्य (nucleoplasm) में पाये जाते हैं उन्हें SnRNA अणु तथा जो कोशिकाद्रव्य (cytoplasm) में पाये जाते हैं, उन्हें ScRNA (Small cytoplasm RNA) कहते हैं। ये

राइबोन्यूक्लियोप्रोटीन परमाणु (SnRNP) के रूप में सक्रिय रहते हैं। ये कॉम्पलैक्स स्पलाइसियोसोम कहलाता है, जिसमें SnRNP प्रोटीन्स के साथ सम्बद्ध रहता है। इसमें 50-60 राइबोन्यूक्लियोप्रोटीन परमाणु होते हैं। U4,U5 तथा U6 ऐसे SnRNP हैं, जो स्पलाइसिंग में भाग लेते हैं। स्पलाइसिंग प्रक्रिया के लिए सर्वप्रथम उचित अनुक्रम की पहचान RNA तथा प्रोटीन के मदद से की जाती हैं, जाहां स्पलाइसियोसोम कॉम्पलैक्स संयुक्त होता है। इसके पश्चात् इन्ट्रॉन स्थल से विदलन होता है तत्पश्चात् एक्सॉन जुड़ (ligation) जाते हैं।



चित्र 36 : स्पलाइसियोसोम द्वारा RNA समबंधन

3.8 आनुवंशिक कूट (Genetic Code)

सभी कोशिकाओं में डी-ऑक्सीराइबोन्यूक्लिक अम्ल (DNA), आनुवांशिक पदार्थ के रूप में पाया जाता है (RNA वायरस इस लक्षण के लिए अपवाद है) ये आनुवांशिक सूचनाओं को कोड के रूप में एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में स्थानान्तरित करते हैं। DNA सूत्र पर 5-3' दिशा में अमीनो अम्ल से सम्बन्धित अनुक्रम को N-टर्मिनस से C-टर्मिनस तक पढ़ा जाता है। जब DNA पर उपस्थित कोड अनुक्रम अभिव्यक्त होते हैं, तो सूचना RNA के रूप में दूसरा न्यूक्लिक अम्ल बनाती है। RNA पर उपस्थित सूचना, प्रोटीन के रूप में अनुलेखित होती है।

आनुवांशिक कूट, अर्थात् परम अनुक्रम एवं सम्बन्धित प्रोटीन के अनुक्रम के बीच सम्बन्ध। कोशिका को विभिन्न उपापचयी क्रियाओं को सम्पन्न कराने हेतु एन्जाइम (प्रोटीन) की आवश्कयता होती है, इन सभी प्रोटीन का निर्माण कोशिका में ही होता है, इनके निर्माण हेतु संदेश DNA अणु में उपस्थित रहता है।

कोशिका में उपस्थित दोनों प्रकार के न्यूक्लिक अम्ल (DNAतथाRNA) में केवल चार प्रकार के घटक क्रम होते हैं। यदि आनुवंशिक कूट को एकक कूट (singlet code) मानें अर्थात् एक क्षारक से बना हुआ, तो चार प्रकार के क्षारकों द्वारा केवल चार अमीनों अम्ल ही कोडित होंगे। इसलिए आनुवंशिक कूट एकक नहीं हो सकती।

सर्वप्रथम 1954 में जॉर्ज गेमोव (George Gammov) ने त्रिक कूट (triplet code) के बारे में बताया। सन् 1961 में एफ.एच.सी. क्रिक तथा निरनबर्ग एवं मैथाई ने भी प्रयोगों द्वारा प्रमाणित किया, कि आनुवांशिक कूट त्रिक होती है। प्रत्येक कोडोन तीन न्यूक्लियोटाइड का बना होता है। अनुलेखित प्रोटीन 20 विभिन्न अमीनों अम्लों का बना होता है। कोड को तीन क्षार युग्मों के समूह में पढ़ा जाता है, प्रत्येक त्रिक (triplet)एक अमीनों अम्ल को निरूपित करता है। प्रोटीन संश्लेषण के समापन के लिए भी तीन कोडोन विशिष्ट होते हैं। ये त्रिक अमीनों अम्लों के शब्दों में अनुवादित नहीं होते हैं, इनका अर्थ प्रोटीन संश्लेषण को रोकना होता है।

A
G
C
T

एकक कोड

AA	AG	AC	AT
GA	GG	GC	GT
CA	CG	CC	CT
TA	TG	TC	TT

द्विक कोड

AAA	GAA	CAA	TAA
AAG	GAG	CAG	TAG
AAC	GAC	CAC	TAC
AAT	GAT	CAT	TAT
AGA	GGA	CGA	TGA
AGG	GGG	CGG	TGG
AGC	GGC	CGC	TGC
AGT	GGT	CGT	TGT
ACA	GCA	CCA	TCA
ACG	GCG	CCG	TCG
ACC	GCC	CCC	TCC
ACT	GCT	CCT	TCT
ATA	GTA	CTA	TTA
ATG	GTG	CTG	TTG
ATC	GTC	CTC	TTC
ATT	GTT	CTT	TTT

त्रिक कोड

चित्र 3.7 - एक एकक कूट. एक द्विक कूट और एक त्रिक कूट।

3.9 आनुवंशिक कूट के गुण (Properties of Genetic Code)

1. आनुवांशिक कूट त्रिक (triplt)होता है।
2. कूट अपहासित (degenerate) होता है।
3. कूट अनतिव्यापी (non-overlaping) होता है।
4. कूट कोमारहित (commaless) होता है।
5. कूट असंदिग्ध (non-ambiguous) होता है।
6. कूट सार्वत्रिक (universal) होता है।

1. कूट त्रिक होता है (Code is triplet)

एकक और द्विक कूट 20 अमीनों अम्लों को कोडित करने के लिए पर्याप्त नहीं होते। इसीलिए माना गया कि इस कार्य के लिए कम से कम त्रिक कूट का होना आवश्यक है। यदि चतुष्क कूट होता तो, संभावित कोडोन की संख्या बहुत अधिक हो जाती। यदि प्रति शब्द तीन अक्षरों से अधिक का (चतुष्क) प्रयोग होता, तो चतुष्क कोडोन मैं $4 \times 4 \times 4 \times 4=256$ संभावित शब्द होते, जो अनावश्यक होते।

2. कूट अपहासित होता है (The code is degenerate)

एक त्रिक कूट में एक विशेष अमीनो अम्ल के लिए एक से अधिक पर्यायनाम शब्दों (Synonymous codon) का प्रयोग होता है। एक अपहासित कूट वह होगा, जिसमें अमीनों अम्ल और कोडोन के बीच एक-एक का सम्बन्ध (one तो one relation) होगा और इस तरह से 64 कोडोन में से 44 कोडोन अनुपयुक्त हो जायेंगे, जबकि यह निश्चित है कि इनमें से कोई भी कोडोन व्यर्थ नहीं होता है। पहले कुछ कोडोन निरर्थक (nonsence) माने जाते थे, किन्तु वास्तव में ये प्रोटीन संश्लेषण के समापन संकेत (termination) होते हैं।

3. कूट अनतिव्यापी होता है (Code is non-overlapping)

इससे तात्पर्य है, कि किसी विशिष्ट प्रोटीन के लिए, एक ही अक्षर का दो विभिन्न कोडोन में प्रयोग नहीं किया जा सकता। यदि छः क्षारक द्वारा अमीनो अम्ल का कूट लेखन करना हो तो एक समय में अधिक से अधिक दो अम्लों के लिए ही ये क्षारक पर्याप्त होते हैं।

4. कूट कोमारहित होता है (The code is commaless)

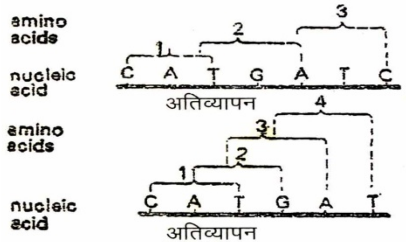
दो शब्दों के बीच विराम चिन्हों (Punctuations) की आवश्यकता नहीं होती। अर्थात् एक अमीनों अम्ल को कोडित करने के बाद अगले तीन, अक्षरों द्वारा दूसरे अमीनों अम्ल को स्वत: ही कोडित कर देते हैं।

5. **कूट असंदिग्ध होता है (The code is non-ambiguous)**

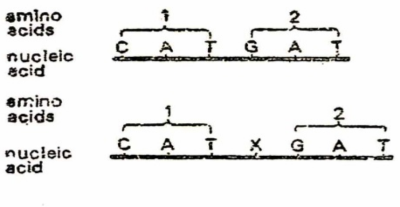
जिस कोड में किसी भी कोडोन के बारे में सन्देह नहीं होता, वह असंदिग्ध कूट कहलाता है। एक संदिग्ध कोड में एक ही कोडोन के भिन्न-भिन्न अर्थ हो सकते हैं यानि एक कोडोन दो या अधिक अमीनो अम्लों को कोडित कर सकता है। किन्तु वास्तव में ऐसा नहीं होता। यद्यपि एक अमीनो अम्ल को एक से अधिक कोडोन द्वारा कोडित किया जा सकता है, जिससे कूट अपह्रासित कहा जाता है। किन्तु एक कोडोन कभी भी दो अमीनो अम्ल को कोडित नहीं' करेगा, अर्थात् वह असंदिग्ध (ambiguous) होगा।

6. कूट सार्वत्रिक होता है (The code is universal)

कूट सार्वत्रिक (universal) होता है, का तात्पर्य है कि, एक कोडोन समस्त जीवों में एक ही अमीनों अम्ल को कोडित करता है। इसे प्रयोगों द्वारा प्रमाणित किया जा चुका है, किन्तु माइटोकॉण्ड्रिया व सीलिया युक्त प्रोटोजोआ इसके लिए अपवाद हैं।



चित्र 38 एक या दो अक्षरों के कारण कोडॉनों का अतिव्यापन।



चित्र 39 कोमाहीन और कोमा सहित आनुवंशिक कूट।

3.10 वॉबल परिकल्पना (Wobble Hypothesis)

इस परिकल्पना के अनुसार किसी भी कोडोन में तीसरा क्षारक अधिक महत्व का नहीं होता। किसी भी कोडोन की विशिष्टता उसके प्रथम दो क्षारकों द्वारा निर्धारित होती है | इसी वजह से एक ही tRNA एक से अधिक कोडोन्स को जिनमें तीसरे क्षारक का अन्तर होता है, उसे पहचान लेता है। ऐसा माना जाता है कि इस प्रक्रिया में तीसरे स्थान पर क्षारकों के युग्मन में वॉबलिंग (Wobbling) होती है और युग्मन (pairing) नहीं हो पाता। इस परिकल्पना को नोबल पुरस्कार विजेता, एफ.एच.सी. क्रिक (F.H.C.Crick) ने 1965 में वॉबल परिकल्पना (Wobble hypothesis) के रूप में प्रस्तुत किया था।

इसे स्पष्ट करने के लिए उन्होंने बताया कि यदि एन्टीकोडोन में U (यूरेसिल) प्रथम स्थान पर है तो यह उस कोडोन से युग्मन कर सकता है जिसमें A(एडीनीन) या G (ग्वानीन) तीसरे स्थान पर हों। एन्टीकोडोन के प्रथम क्षारक तथा कोडोन के तीसरे क्षारक के बीच युग्मन का सम्बन्ध वॉबलिंग कहलाता है। उदाहरण - एन्टीकोडोन IGC, अमीनो अम्ल ऐलेनीन (Alanine)को कोड करने वाले तीन कोडोन्स GCU,GCC तथा GCA पहचाना जा सकता है। आइनोसीन (Inosine)tRNA एन्टीकोडोन में पाया जाने वाला रूपान्तरित क्षारक है, जो G (ग्वानोसीन) क्षारक से समानता रखता है।

3.11 RNA संपादन (RNA Editing)

RNA स्पलाइसिंग के समान ही RNA संपादन में भी अनुलेखन के पश्चात् RNA की अनुक्रम परिवर्तित हो जाती है। RNA संपादन निम्न दो विधियों की मध्यस्थता में सम्पन्न होता है -

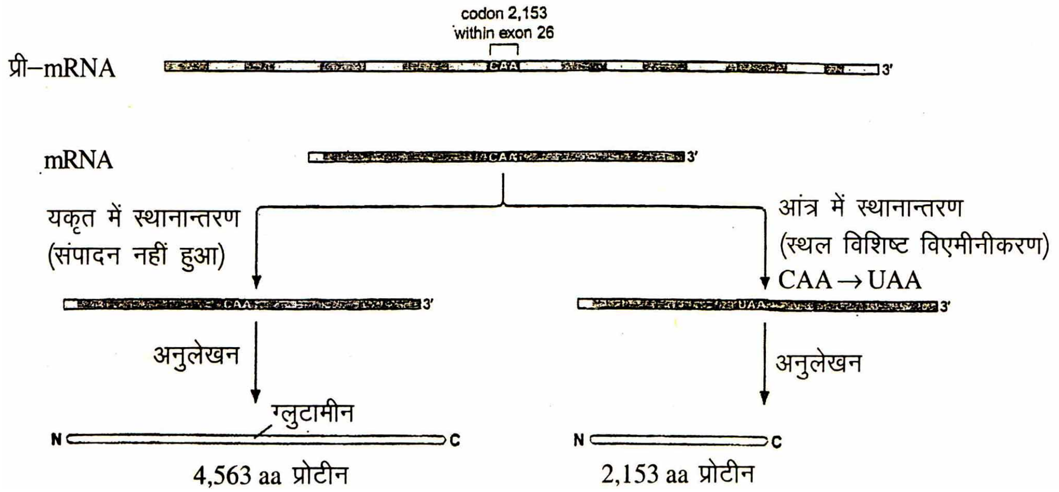
(अ) स्थल विशिष्ट - विएमीनीकरण (Site specific deamination)

(ब) निर्देशित RNA द्वारा (by Guide RNA) $\rightarrow$gRNA's

3.11.1 स्थल विशिष्ट - विएमीनीकरण (Site specific deamination)

इस प्रक्रिया के फलस्वरूप mRNA में साइटोसीन, यूरीडीन के साथ परिवर्तित हो जाता है। स्तनधारियों में एपोलाइपोप्रोटीन-B (Apolipoprotein-B) जीन होता है, जिसमें कई एक्सॉन होते है। इन एक्सॉन में से एक में CAA कोडोन होता है, जिसका संपादन होना होता है। इस कोडोन के C का विएमीनीकरण होता है, जिसमें एन्जाइम साइटीडीन डीएमीनेज (cytidine

deaminase) सहायक होता है। इस प्रक्रिया में C,U के साथ परिवर्तित हो जाता है। इस उदाहरण में विएमीनीकरण, ऊतक विशिष्ट होता है। इन्टेस्टाइनल कोशिकाओं में ही सूचनाओं का संपादन होता है, यकृत कोशिकाओं में नहीं। एपोलाइपोप्रोटीन β जीन के दोनों रूप वसा उपापचय में भाग लेते है। इस प्रकार CAA कोडोन, जिसका अनुवादिकरण ग्लुटामीन के रूप में यकृत में होता है। लेकिन संपादन आंत्र (intestine) में UAA-अन्तिम कोडोन के (stop codon) रूप में होता है।



चित्र 3.10 : विएमीनीकरण द्‌वारा RNA संपादन

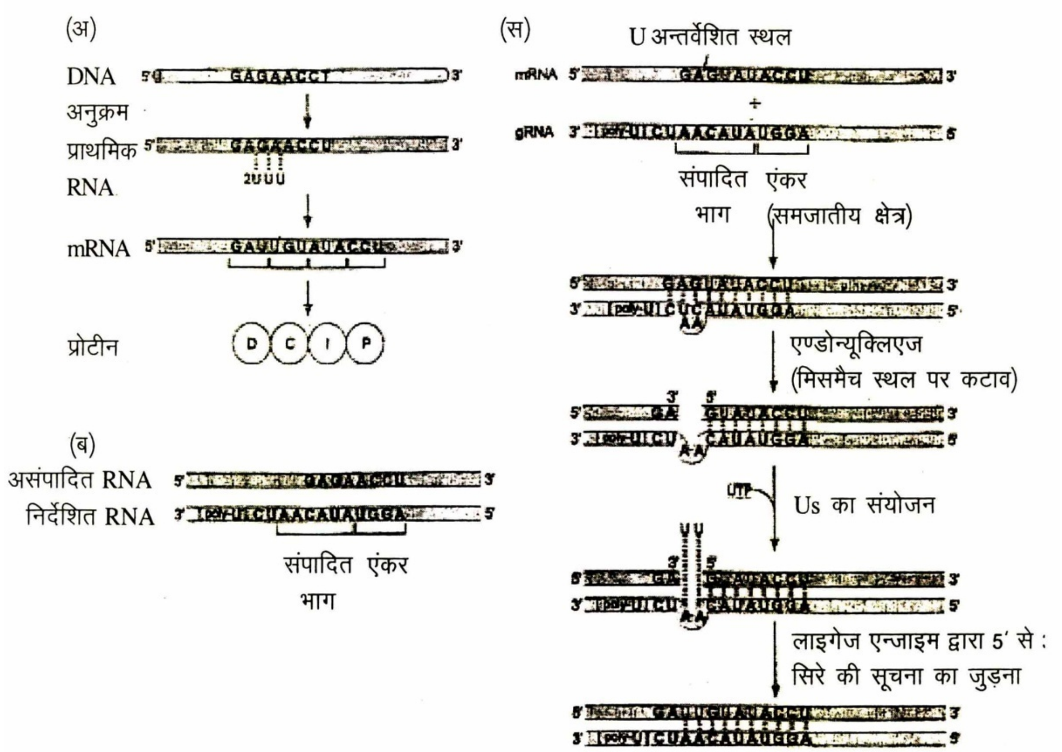
3.11.2 निर्देशित RNA द्‌वारा (By guide RNA's)

ये निर्देशित RNA 40 से 80 न्यूक्लियोटाइड लम्बे होते हैं। प्रत्येक gRNA के तीन भाग होते हैं - पहला 5' सिरे पर जो "एंकर" (anchor) कहलाता है तथा gRNA को mRNA तक संपादन के लिए निर्देशित करता है। दूसरा भाग वह जो Us (Uridines) को संपादित अनुक्रम पर प्रवेश करवाना निर्धारित करता है। तीसरा भाग 3' सिरे पर poly -U श्रृंखला बनाता है।

एंकर स्थल पर वह अनुक्रम (sequence) होती है, जिसको उस अनुक्रम के साथ क्षार युग्मन करना होता है, जो संपादित होने वाले अनुक्रम के बिल्कुल पास स्थित होती है। इसके पश्चात् gRNA का वो अनुक्रम होता है, जो संपादित होने वाले अनुक्रम का संपूरक होता है। इसमें As (एडिनिन) की संख्या अधिक होती हैं। एडीनीन gRNA पर वहाँ उपस्थित होते है जहाँ mRNA में यूरेसिल (Us) को प्रवेश करवाना हो। gRNA का 3' सिरा बहु-U (Poly-U) स्थल होता है।

gRNA ' तथा mRNA एक RNA-RNA द्‌विकुण्डलित (duplex) संरचना बनाते है, जिसका एक स्थल. हु आ बाहर निकलता है। इस लूप स्थल के विपरीत यूरीडीन (Us) का प्रवेश होना होता है। एक एण्डोन्यूक्लिएज एन्जाइम mRNA पर लूप के विपरीत भाग पर कटाव लगाता है। संपादन के फलस्वरूप इस रिक्त स्थान पर ही Us का प्रवेश होता है। यह प्रक्रिया 3' अंतस्थ यूरीडिल ट्रासफरेज (3-terminal uridyl transferase enzyme) के द्‌वारा उत्पेरित होती है। यूरीडीन (Us) के प्रवेश के बाद mRNA के दोनों अर्थ-भाग RNA लाइगेज की मदद से पुन:

संयोजित हो जाते हैं। केवल एक gRNA की बहुत से Us (यूरीडीन) को अलग- अलग स्थलों पर प्रवेश करवा सकता है।



चित्र 3.11: निर्देशित द्वारा संपादन (अन्तर्वेशित मध्यस्थता के द्वारा)

बोध प्रश्न

5. आर.एन.ए. समबंधन की अनुलेखन में क्या भूमिका है?

   ....

6. त्रिक छूट क्या है?

   ....

7. आनुवांशिक छूट के दो मुख्य गुण लिखिए।

   ....

8. आर.एन.ए. संपादन को स्पष्ट कीजिए

   ....

3.12 सारांश (Summary)

अनुलेखन प्रक्रिया mRNA, rRNA तथा tRNAs का संश्लेषण सम्मिलित होता है। सर्वप्रथम RNA पॉलीमरेज के द्वारा प्रमोटर स्थल की पहचान होती है। प्रोकेरियोटिक अनुलेखन में केवल एक जबकि यूकेरियोटिक अनुलेखन में तीन स्टार' पॉलीमरेज भाग लेते हैं। RNA पॉलीमरेज I, राइबोसोमल जीन, RNA -पॉलीमरेज II सभी प्रोटीन कोडिंग जीन तथा RNA पॉलीमरेज III tRNA के जीन्स का अनुलेखन करते हैं। प्रोकेरियोट्स में लगभग -10 से -35 न्यूक्लियोटाइड,

अपस्ट्रीम (Upstream) दिशा में प्रमोटर स्थल बनाते हैं। RNA श्रृंखला का दीर्घीकरण, पॉलीमरेज के DNA पर 5' सिरे से 3' सिरे की ओर गति करने से सम्पन्न होता है। RNA श्रृंखला के समापन के लिए विशिष्ट अनुक्रम की उपस्थिति आवश्यक है।

यूकेरियोट्स में पश्च अनुलेखन रूपान्तरण (Post-transcription modification) में ग्वानिल अवशेष का संयोजन होता है, यह प्रक्रिया mRNA कैपिंग (Capping) कहलाती है। तीसरे सिरे पर बहुएडीनीलीकरण के फलस्वरूप पॉली-Aपुच्छ (Poly-A Tail) का निर्माण होता है। यूकेरियोटिक जीन में अन्तर्वेशित नॉनकोडिग अनुक्रम, इन्ट्रॉन्स कहलाते हैं। जिन्हें लैरियत विधि से तथा RNA-प्रोटीन स्पलाइसियोसोम कॉम्पलैक्स की मदद से निष्कासित किया जाता है, यह प्रक्रिया RNA'-स्पलाइसिंग (RNA-splicing) कहलाती है।

RNA स्पलाइसिंग की ही तरह RNA संपादन में भी अनुलेखन के बाद RNA की अनुक्रम परिवर्तित हो जाती है। RNA संपादन दो विधियों से पूर्ण हो सकता है - स्थल विशिष्ट विएमीनीकरण तथा निर्देशित - RNA द्वारा।

प्रोटीन निर्माण हेतु सूचना DNA में पाये जाने वाले क्षारकों के विशिष्ट अनुक्रम में निहित होती है, जिसे आनुवंशिक कूट (Genetic code) कहते हैं। DNA से यह सूचना अनुलेखन (transcription) की क्रिया द्वारा mRNA' में उपस्थित क्षारकों के विशिष्ट अनुक्रम द्वारा ग्रहण कर लेते हैं, जिसे कोडन(codon) कहते हैं। यह अनुक्रम ही पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला में उपस्थित अमीनों अम्ल के क्रम को निश्चित करता है, अर्थात् अनुलिपिकरण (Translation) प्रक्रिया द्वारा किसी विशिष्ट प्रोटीन का निर्माण करता है।

3.13 शब्दावली (Glossary):

1.	आनुवंशिक कूट	Genetic Code
2.	RNA संपादन	RNA Editing
3.	इन्ट्रॉन्स	Introns
4.	एक्जॉन्स	Exons

3.14 संदर्भ ग्रन्थ

1. एस. महेश - बायोटेक्नोलॉजी- 3
2. सी. बी. पवार - सैल बायलॉजी
3. पी. के. गुप्ता - सैल एण्ड मॉलीक्यूलर बायलॉजी
4. डी. रॉबर्टिस - सैल एण्ड मॉलीक्यूलर बायलॉजी

3.15 बोध प्रश्नों के उत्तर

1. सिग्मा कारक कोर एन्जाइम के साथ जुड़कर इसे सक्रिय बनाता है।
2. चार
3. RNA संश्लेषण के समापन के साथ ही RNA' पॉलीमरेज DNA टेम्पलेट से मुक्त हो जाता है।

4. तीन
5. जो अनुक्रम प्रोटीन को कोडित नहीं करते (इन्ट्रॉन्स) वो समबंधन द्‌वारा निष्कासित कर दिए जाते हैं।
6. कूट को तीन क्षार युग्मों के समूह द्‌वारा पढ़ा जाता है।
7. (अ) कूट अनतिव्यापी होता है।
   (ब) कूट सार्वत्रिक होता है।
8. अनुलेखन के पश्चात् RNA' अनुक्रम का परिवर्तित होना।

3.16 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. आर.एन.ए. पॉलीमरेज की संरचना समझाते हुए, प्रोकेरियोट्स में अनुलेखन के विभिन्न चरणों का विस्तार से वर्णन कीजिए।
2. आर.एनए. समबंधन क्या है? यह प्रक्रिया इन्ट्रॉन्स के निष्कासन के लिए किस तरह महत्वपूर्ण हे?
3. आनुवंशिक कूट को परिभाषित करते हुए, इसके मुख्य गुणों पर प्रकाश डालिए।
4. आर.एन.ए. संपादन में काम आने वाली दो विधियों का वर्णन कीजिए।

इकाई 4

असीमकेन्द्रकीयों व ससीमकेन्द्रकीयो में अनुवाद, प्रोटीन प्रवरण एवं प्रोटीन वलन का आधारभूत ज्ञान

TRANSLATION IN PROKARYOTES AND EUKAYOTES, BASIC IDEA OF PROTEIN SORTING AND PROTEIN FOLDING

इकाई की रूपरेखा

4.0 उद्देश्य
4.1 प्रस्तावना
4.2 स्थानान्तरण RNA
4.3 प्रोटीन संश्लेषण के विभिन्न चरण
4.4 यूकेरियोटिक जीवों में पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला का प्रारम्भन
4.6 यह प्रोटीन प्रवरण
    4.6.1 प्रोटीन प्रवरण की क्रियाविधि
4.7 प्रोटीन वलन
4.8 सारांश
4.9 शब्दावली
4.10 संदर्भ ग्रन्थ
4.11 बोध प्रश्नों के उत्तर
4.12 अभ्यासार्थ प्रश्न

4.0 उद्देश्य (Objective) :

(1) इस इकाई को पढ़कर ज्ञात होगा कि किस प्रकार असीमकेन्द्रकीयों तथा ससीमकेन्द्रकीयों में अनुलिपिकरण प्रक्रिया के सम्पन्न होने से प्रोटीन का संश्लेषण होता है।

(2) प्रोटीन वलन के अध्ययन से ज्ञात होगा कि किस प्रकार पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला से क्रियात्मक प्रोटीन का निर्माण होगा।

(3) प्रोटीन प्रवरण के अध्ययन से ज्ञात होगा कि किस प्रकार नवनिर्मित क्रियात्मक प्रोटीन अपने विशिष्ट क्रियास्थल तक पहुँचेगा।

4.1 प्रस्तावना (Introduction) :

इस प्रक्रिया में DNA से आनुवांशिक सूचनाएं mRNA में और mRNAs में उपलब्ध न्यूक्लिक अम्ल की भाषा को प्रोटीन की भाषा में बदलना, अनुवाद (translation) कहलाता है। यह प्रक्रिया अनुलेखन (transcription) कहलाता है। यह प्रक्रिया अनुलेखन (transcription) की अपेक्षा जटिल होती है। यह प्रक्रिया राइबोसोम पर निम्न चरणों में सम्पन्न होती है।

(अ) अमीनों अम्लों का सक्रियकरण (Activation of Amino Acids)

(ब) अमीनों अम्लों का t-RNAपर स्थानान्तरण (Transfer of Amino Acids to t-RNA)

(स) पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला का निर्माण Formation of Polypeptide Chain)

अनुलेखन और अनुवादिकरण आपस में सम्बन्धित दो अपरिहार्य प्रक्रियाएँ हैं, जो साथ-साथ चलती हैं। सभी जीवित कोशिकाओं में प्रोटीन-संश्लेषण होता है, जिसमें तीन प्रकार के RNA भाग लेते हैं। कोशिकाद्रव्य में तीन अक्षर के आनुवांशिक कोड (genetic code) की भाषा का अनुलेखन तथा अनुवादिकरण द्वारा उत्पाद का संश्लेषण होता है।

mRNA में वो कोडोन होते हैं, जो अमीनोएसिल t-RNA को एन्टीकोडोन स्थल से युग्मित होकर, अमीनों अम्ल की मदद से पेप्टाइड श्रृंखला में जुड़ जाते हैं। राइबोसोम सूक्ष्म फैक्ट्री की तरह कार्य करते हैं। छोटी और बड़ी उपइकाई के जुड़ने से संश्लेषण प्रारम्भ होता है, तथा इनके अलग होने से संश्लेषण प्रक्रिया समाप्त होती है। DNA से RNA तथा RNA से प्रोटीन बनता है। प्रोटीन संश्लेषण की पूरी प्रक्रिया का अध्ययन करने के लिए tRNA, एमीनोएसिल t-RNA सिन्थेटेज (Aminoacyl tRNA synthetase)तथा एमीनोएसिल tRNA के संश्लेषण का अध्ययन आवश्यक है| t-RNA आण्विक ग्राही (molecular adapter) की तरह कार्य करता है, यह अमीनो अम्ल के साथ संलग्न हो जाता है। लगभग 50 विभिन्न प्रकार t-RNA सक्रिय रूप से प्रोटीन संश्लेषण में भाग लेते हैं।

4.2 स्थानान्तरण RNA (Transfer RNA) :

t-RNA की संरचना ऐसी होती है, कि यह निम्न तीन संरचनाओं को पहचानने के योग्य होता है - (i)अमीनो अम्ल (i)राइबोसोम तथा (iii) mRNA पर स्थित विशिष्ट कोडोन। यह RNA एक पॉलीन्यूक्लियोटाइड है, जिसमें लगभग 75-79 न्यूक्लियोटाइड पाये जाते हैं, ये प्रोटीन संश्लेषण में ग्राही अणु (adapter mol..) की तरह महत्वपूर्ण भूमिका प्रदर्शित करता है। tRNA संयोजक बन्ध द्वारा सम्बन्धित अमीनो अम्ल से एक विशिष्ट अनुक्रम CCA द्वारा 3' सिरे पर जुड़ता है। यह कॉम्पलैक्स अमीनो एसिल tRNAs कहलाता है, जो विशिष्ट अमीनो अम्ल को राइबोसोम तक पहुँचाता है। tRNA की संरचना क्लोवर पर्ण (Clover leaf) के समान होती है, जो निम्न लक्षण प्रदर्शित करती है -

(i) एक tRNA अणु का मध्यवर्ती भाग एक क्लोवर पर्ण के समान वलित दिखता है, जिसमें निम्न चार द्विकुण्डलित भाग होते हैं, जिनमें से तीन कुण्डलित भुजाओं में से प्रत्येक भुजा में एक लूप (loop)भी होता है। चार द्विकुण्डलित भुजाएँ निम्न हैं - (i) एक्सेप्टर / ग्राही भुजा (Acceptor arm) इसके 3' सिरे पर CCA अनुक्रम होता है, जिस पर अमीनोएसिल सिन्थेटेज aminoacyl

synthetase) एन्जाइम की मदद से, विशिष्ट अमीनोअम्ल जुड़ जाता है। (ii) T&C भुजा, जिस tRNA राइबोसोम से बन्धित होता है। (iii) एन्टीकोडोन (Anticodon) भुजा, जो mRNA में विशिष्ट कोडीन से क्षार युग्मन (base pairing) करती है। (iv)D भुजा अथवा DHU भुजा, जो अमीनो एसिल सिन्थेटेज के साथ बन्ध बनाती है। इसमें डाईहाइड्रोयूरीडीन (dihydrouridine) उपस्थित होता है|

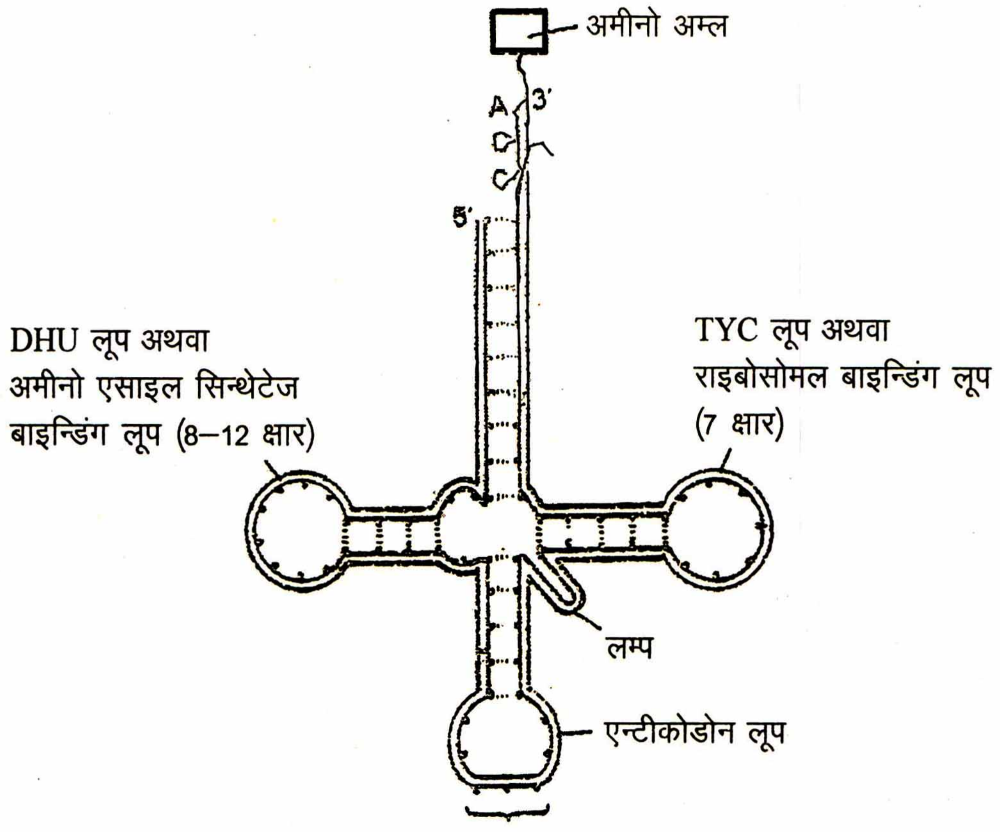
T ψ C भुजा तथा एन्टीकोडोन के बीच एक छोटी भुजा पाई जाती है, जिनमें 3-5 क्षार पाये जाते हैं वो क्लास-I tRNA तथा जिनमें 13-21 क्षार पाये जाते हैं वो क्लारन-2 tRNA कहलाते हैं।

(ii) A:U तथा G : C अनुपात लगभग इकाई होते हैं, अर्थात् tRNA में भी DNA की तरह द्विकुण्डलित खण्ड पर्याप्त मात्रा में बनते हैं।

(iii) सभी tRNA अणुओं की तृतीयक संरचना होती है, इरा संरचना के स्थायीकरण के लिए Mg++ आयन की सान्द्रता महत्वपूर्ण है। ये पीली-न्यूक्लियोटाइड होते है, किन्तु इनकी संरचना व कार्य एन्जाइम के समान होते है।

(iv) प्रत्येक tRNA अणु के 5' सीमान्त छोर पर ग्वानीन 'G' और 3' सिरे पर "CCA" अनुक्रम होता है। अमीनो अम्ल को केवल 3' सिरे पर ग्रहण करते हैं जहाँ अनुक्रम CCA अयुग्मित (unpaired) रहता है।

(v) यूकेरियोटिक कोशिकाओं में tRNA जीन्स का अनुलेखन RNA में पॉलीमरेज III के द्वारा किया जाता है। tRNA जीन्स के दो पृथक् प्रमोटर स्थल होते हैं, जिन्हें A तथा B बॉक्स कहते हैं। जब RNA पॉलीमरेज III (RNA-Polymerase III) एन्जाइम tRNA जीन्स की पहचान करते हैं, तब तक कम से कम दो अनुलेखनी कारक इन प्रमोटर स्थल की विशिष्ट अनुक्रम से जुड़ जाते हैं।



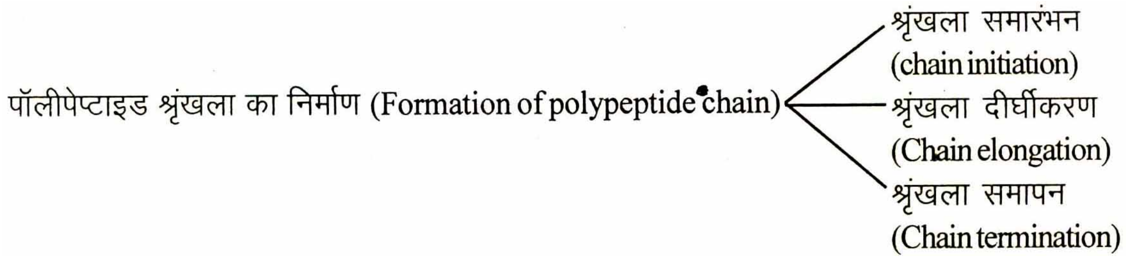
चित्र 4.1 : 'tRNA की संरचना की बेसिक योजना

4.3 प्रोटीन संश्लेषण के विभिन्न चरण (Stages in Protein Synthesis) :

प्रोटीन संश्लेषण निम्न चरणों में पूर्ण होता है -

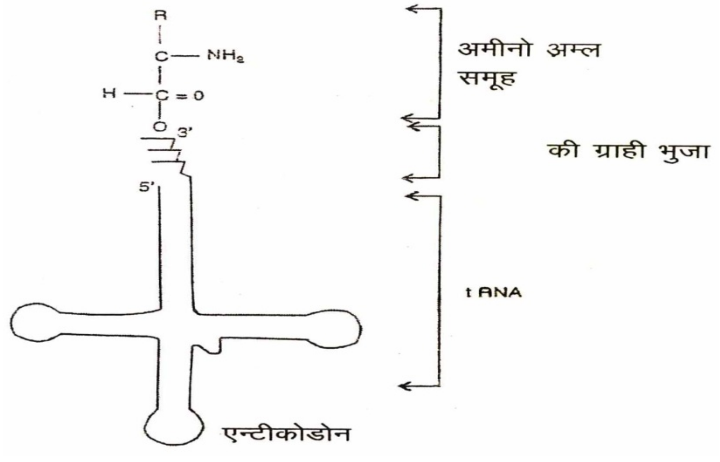
(अ) अमीनो-अम्ल का सक्रियण (Activation of Amino acid)

(ब) अमीनो-अम्ल का tRNA पर स्थानान्तरण (Transfer of Amino acid to tRNA)



(अ) अमीनो अम्ल का सक्रियण (Activation of Amino acid)

कोशिकाद्रव्य में उपस्थित अमीनो अम्लों का सक्रियण, सक्रिय कारक एन्जाइम अमीनोएसिल tRNA सिंथेटेज (aminoacyl tRNA) द्वारा किया जाता है। अमीनो अम्ल एवं ATP के मध्य अभिक्रिया के फलस्वरूप अमीनो एसिल एडीनायलेट (aminoacyl adenylate) एवं पायरोफॉस्फेट (PP) का निर्माण होता है। अब एन्जाइम अमीनो एसिल सिन्थेटेज के साथ अभिक्रिया कर अमीनो एसाइल एडीनाइलेट एन्जाइम कॉम्पलैक्स (aminoacyl adenylate enzyme complex) का निर्माण किया जाता है। इस प्रक्रिया में Mg+2 आयन्स की उपस्थिति आवश्यक है। प्रत्येक प्रकार के अमीनो अम्ल के लिए अलग-अलग विशिष्ट अमीनोएसिल एन्जाइम प्रयुक्त किए जाते हैं। ATP के फॉस्फेट समूह द्वारा मुक्त ऊर्जा का अधिकतर भाग अमीनोएसिल-AMP कॉम्पलैक्स द्वारा अधिग्रहित कर लिया जाता है। यह कॉम्पलैक्स अस्थाई रूप से एन्जाइम से संयुक्त रहता है, इस अमीनोएसिल AMP एन्जाइम कॉम्पलैक्स को सक्रिय अमीनो अम्ल (Activated Amino Acid) कहते हैं।



चित्र 4.2 : अमीनो अम्ल का सक्रियकरण

$$\text{अमीनो अम्ल (AA)} + \text{ATP} \xrightarrow[\text{Mg}^{++}]{\text{सक्रियकारी एन्जाइम}} \text{अमीनोएसिल AMP - एन्जाइम कॉम्पलैक्स} + \text{पायरो फॉस्फेट (PP)}$$

प्रत्येक एन्जाइम, पहले अपने लिए विशेष अमीनोअम्ल तथा फिर विशेष प्रकार के tRNA का चयन करता है। यह अमीनो अम्ल को 'tRNA' पर स्थानान्तरित करने में मदद करते हैं। एसिल सिन्थेटेज एन्जाइम अमीनो अम्ल से तब तक संलग्न रहता है, जब तक कि इसके लिएtRNA का चयन नहीं होता। चयन के बाद यह एन्जाइम, अमीनो अम्ल को tRNA के अन्तिम एडीनाइलिक अवशेष (adenylic residue) पर स्थानान्तरित कर देता है।

(ब) अमीनो अम्ल का tRNA पर स्थानान्तरण (Transfer of Amino acids to tRNA)

अनुलिपिकरण के इस चरण में सक्रिय अमीनों अम्ल (AA) के अणु ऐसे tRNA पर स्थानान्तरित होते हैं, जिनका अणुभार कम होता है। प्रत्येक अमीनो अम्ल के लिए विशिष्ट tRNA उपस्थित होता है। सक्रिय अमीनो अम्ल के tRNA पर स्थानान्तरित होने से AMP एवं सक्रियकारी एन्जाइम पृथक् हो जाते है, इसे निम्न प्रकार स्पष्ट कर सकते हैं -

$$\text{अमीनो एसिल–AMP–एन्जाइम कॉम्पलैक्स} + \text{tRNA} \xrightarrow{\text{अमीनो एसाइल सिन्थेटेज}} \text{tRNA–अमीनो एसिल कॉम्पलैक्स} + \text{AMP} + \text{एन्जाइम}$$

इस प्रकार मुक्त एन्जाइम पुन: सक्रिय होकर दूसरे अमीनो अम्ल अणु को tRNA के साथ संयुक्त कर सकता है। उपरोक्त प्रक्रिया में एन्जाइम अमीनो एसाइल मिथेटेज एवं Mg++ आयनों की उपस्थिति आवश्यक है। tRNA के विशिष्ट स्थल tRNAजुड़ता है, क्योंकि mRNA के कोडोन का अनुवाद करने के लिए tRNA के अणुओं में एन्टीकोडोन (anticodon) उपस्थित होते हैं। इसीलिए tRNA को ग्राहक या अडेप्टर (adapter) अणु भी कहते है|

(स) पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला का निर्माण (Formation of Polypeptide Chain)

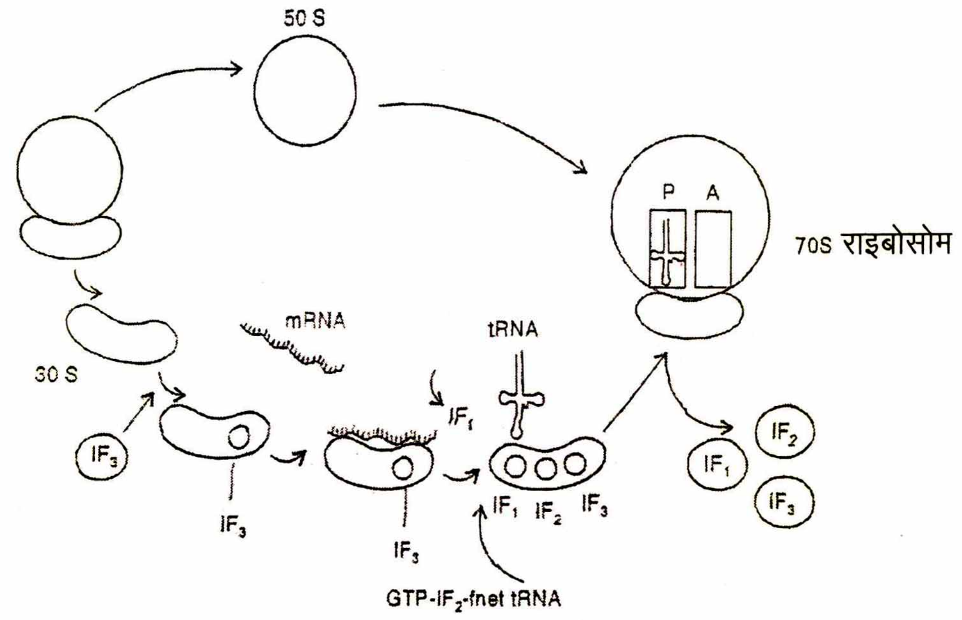
पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला सदैव मिथिओनीन (methionine)से प्रारम्भ होती है। जिसे कोडोन 'AUG' के द्वारा कोडित करते हैं।

(i) श्रृंखला समारंभन (Chain Initiation)

In Prokaryotes- ई कोलाई जीवाणु में दो तरह के tRNA-Met तथा tRNA-Met-F है, इनमें से tRNA-Met में मिथिओनीन का फॉर्मिलेशन नहीं होता। इसीलिए ई कोलाई में मिथियोनीन को पहले अमीनो अम्ल के रूप में सिरों पर विक्षेपित tRNA-Met के द्वारा किया जाता है। जबकि tRNA-Met बीच के स्थलों पर ही अमीनो अम्ल का विक्षेपण कर सकता है।

कैम्फर व सहयोगियों Kemfer et al., 1964) के अनुसार पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला के समारंभन से पूर्व 705 राइबोसोम में 50sतथा 30s की दोनों उपइकाईयाँ एक दूसरे से अलग रहती हैं। क्योंकि अमीनो एसाइल tRNA 'तथा mRNA, 70s राइबोसोम के RNA' से सीधे (directly) नहीं जुड़ सकते, अर्थात् पहले ये 30s के साथ जुड़ते हैं। इस पूरी प्रक्रिया में 3 प्रारंभन प्रोटीन कारक (initiating protein factors) क्रमश: 1F-1, IF-2 व IF-3 उपस्थित होते हैं। ये कारक 30s उपइकाई के साथ ढीले जुड़े होते हैं, इनके जुड़ने एवं अलग होने का क्रम निरन्तर चलता रहता है। राइबोसोम की 30s उपइकाई mRNA तथा tRNA-Met-F से जुड़ जाती है। यह mRNA के 5' सिरे पर जुड़कर इसके प्रथम कोडोन AUG के साथ प्रारम्भन कॉम्पलैक्स (30s-mRNA) का निर्माण करता है। इस कॉम्पलैक्स के साथ संलग्न होकर tRNA-Met-F एक और कॉम्पलैक्स के

साथ संलग्न होकर tRNA-Met-F एक और कॉम्पलैक्स ,30s-mRNA-Met F का निर्माण करता है।



चित्र 43 समारंभन संकुल का संगठन

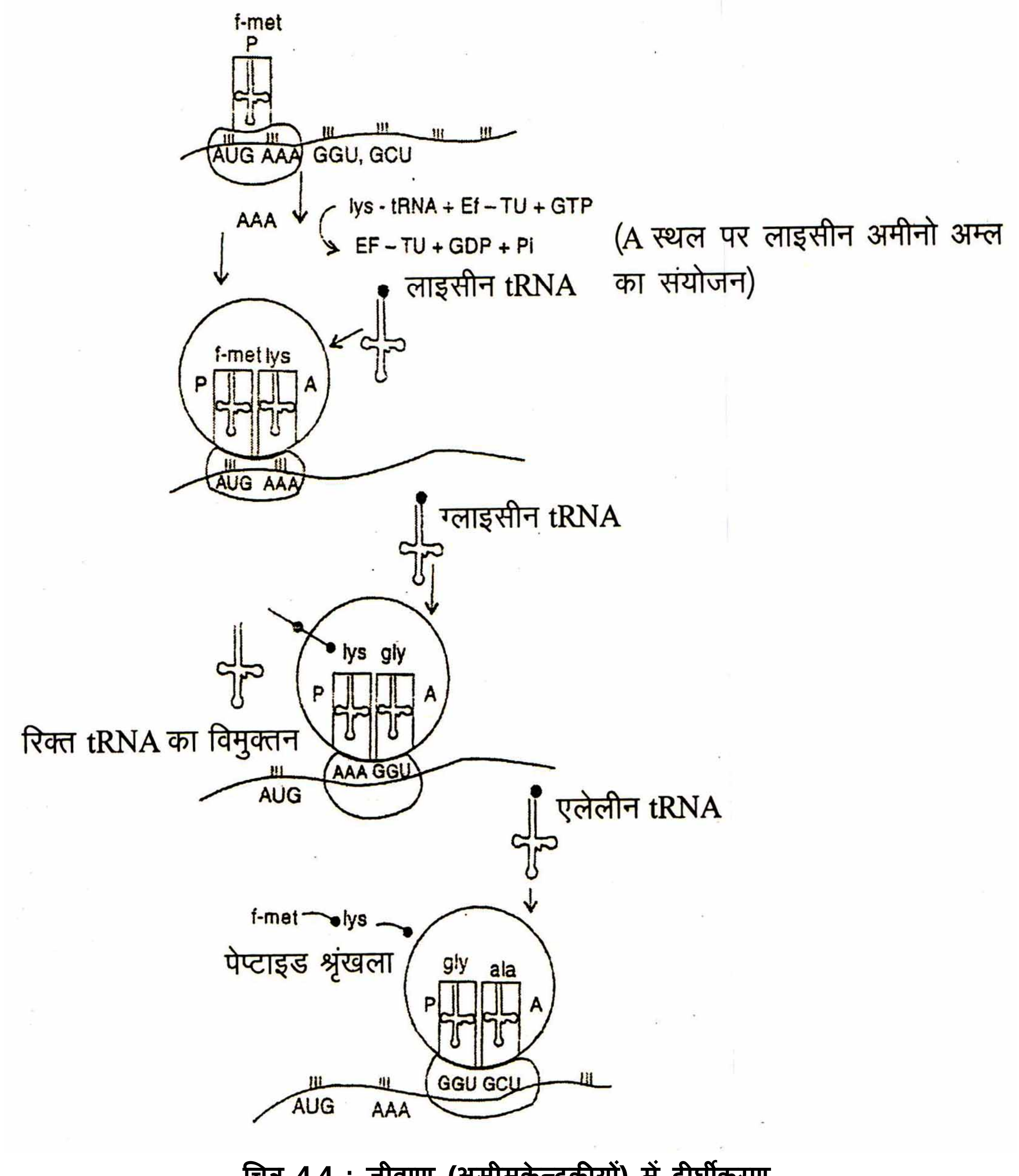
4.4 यूकेरियोटिक जीवों में पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला का प्रारम्भन (Initiation of Polypeptide Chain in Eukaryotes) :

इनमें पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला का प्रारम्भन Met-tRNAके द्वारा होता है। इनमें भी प्रोटीन संश्लेषण में 30s राईबोसोम उपइकाई GTP के साथ संलग्न होकर तीन प्रोटीन कारकों IF-1, IF-2 तथा IF-3 के साथ मिलकर पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला के निर्माण में भाग लेती है। इनके अलावा अमीनो एसाइल t-RNA ग्राही स्थल से जुड़ता है, जबकि दाता स्थल (Donar Site) से पेप्टाइड श्रृंखला को बढ़ाने वाला t-RNA जुड़ता है।

(ii) पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला का दीर्घीकरण (Elongation of Polypeptide Chain,)

इस समय राइबोसोम mRNA पर 5'-3' दिशा में गति करता है। यूकेरियोट्स में 70s mRNA-F-met-tRNA कॉम्पलैक्स बन जाने के बाद पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला को लगातार बढ़ाने का कार्य सक्रियित अमीनों अम्लों के जुड़ने से होता है। जब दाता या पेप्टाइडल स्थल (P-site) से F-met-tRAM का जुड़ाव होता है, तो आवश्यक ऊर्जा GTP से प्राप्त होती है। पूरी तरह सक्रिय रिक्त 70s के A स्थल पर दूसरा अमीनो एसाइल mRNA जुड़कर कॉम्पलैक्स बनाता है। इसी समय कोशिकाद्रव्यी राइबोसोमल प्रोटीन भी अमीनो एसाइल-tRNA से जुड़ जाते हैं, जिसे सुदीर्घीकरण कारक T(EF-T)भी कहते हैं। यह कारक (EF-T) दो उपइकाईयों (i) EF-RTsएवं(ii) EF-RTu से बना होता है। यह कारक GTP साथ जुड़कर एक विशेष कॉम्पलैक्स EF-TU-GTP बनाता है तथा EF-TS को मुक्त भी कर देता है। इसके पश्चात् यह कॉम्पलैक्स अमीनो एसाइल tRNA के साथ जुड़कर EF-TU-GTP अमीनो एसाइल बनाता है, जो राइबोसोम के सक्रिय A-स्थल से जुड़ता है। साथ ही GTP का जल अपघटन होता है, जिससे अकार्बनिक फॉस्फेट (Pi) तथा GDP का

निर्माण होता है। इस क्रिया के लिए एन्जाइम ट्रांसलोकेज (translocase) की उपस्थिति आवश्यक है। यह GDP (गुआनोसीन डाई-फॉस्फेट), EF-TU-GDP के रूप में राइबोसोम से मुक्त हो जाता है। इसके पश्चात् राइबोसोम mRNA की 5'-3' दिशा से अलग हो जाता है एवं mRNA पर उपस्थित प्रारम्भन बिन्दु पूर्णरूप से स्वतन्त्र हो जाता है, एवं दूसरे राइबोसोम से जुड़ने को तैयार रहते हैं।



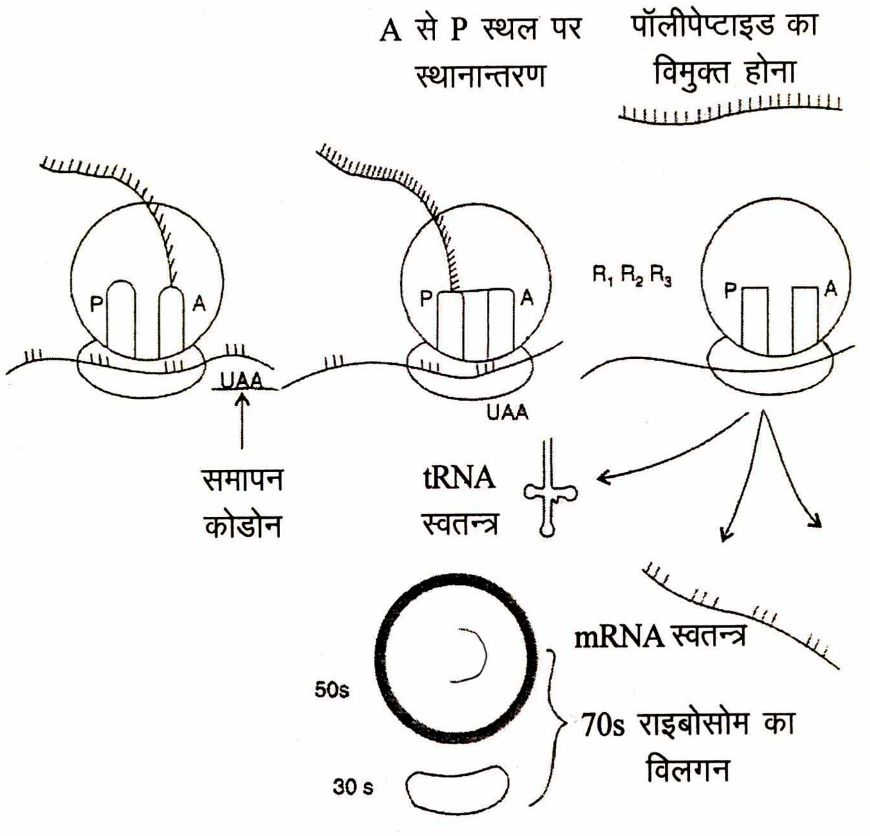
चित्र 4.4 : जीवाणु (असीमकेन्द्रकीयों) में दीर्घीकरण

(iii) पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला का समापन (Termination of Polypeptide Chain)

जब कोशिका में प्रोटीन-संश्लेषण पर्याप्त मात्रा में हो जाता है तथा प्रोटीन संश्लेषण को रोकने की आवश्यकता होती है तो कोशिका में विशेष संकेत देने वाले कोडोन निर्मित होते हैं। श्रृंखला समापन संकेत को समझने के लिए रिलीज कारक (R_1,R_2,R_3) निर्मित होते हैं। राइबोसोम से

पॉलीपेप्टाइडल tRNA को मुक्त करने के लिए ये कारक जिम्मेदार होते हैं। R_1 कारक UGA तथा UAA के लिए, R_2 कारक UAA एवं UGA के लिए विशिष्ट होते हैं जबकि R_3 कारक UAA एवं AUG के लिए विशिष्ट होते हैं। जब ये कारक राइबोसोम से बन्ध बनाते हैं, तो पेप्टाइल tRNA A स्थल से P स्थल पर स्थानान्तरित हो जाते हैं।

एन्जाइम पेप्टाइडल ट्रांसफरेज, पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला के एस्टर बन्ध को अपघटित कर देता है। एक बार जब श्रृंखला मुक्त हो जाती है, तो अंतिम tRNA तथा mRNA राइबोसोम से अलग हो जाते हैं। 70s राइबोसोम, 30s तथा 50s राइबोसोम की दो उपइकाईयों में विभक्त हो जाता है। ये मुक्त राइबोसोम अगले चक्र में प्रवेश करने के लिए उपलब्ध रहते हैं।



चित्र 4.5 : प्रोटीन संश्लेषण का समापन

4.5 पश्च-अनुलिपिकरण रूपान्तरण (Post Translation Modification) :

प्राथमिक अनुलिपिकरण उत्पाद (प्रोटीन) में पूर्ण कार्यात्मक लक्षणों को ग्रहण करने के लिए ही पश्च अनुलिपिकरण रूपान्तरण की आवश्यकता होती है।

(अ) फॉस्फोरिलीकरण (Phosphorylation)

संश्लेषित प्रोटीन के कुछ अमीनो अम्ल का फॉस्फोरिलिकरण होता है, जैसे सीरीन, थ्रियोनीन तथा टायरोसीन। यह प्रक्रिया एन्जाइम की सक्रियता को नियंत्रित करती है। यह एक उत्कमणीय (reversible) प्रक्रिया है।

(ब) एसाइलिकरण (ACylation)

कुछ प्रोटीन के NH_2,-अंतस्थ (terminal) सिरे का एसाइलिकरण होता है। ऐसे एसीटाइल समूह प्रोटीन संश्लेषण के पूर्ण होने के पश्चात् संलग्न होते हैं।

(स) ग्लाइकोसाइलिकरण (Glycosylation)

यह प्रक्रिया सभी यूकेरियोट्स में पाई जाती है। प्रोटीन के साथ कार्बोहाइड्रेट के संलग्न होने की प्रक्रिया ग्लाइकोसाइलिकरण (glycosylation) कहलाती है तथा ये प्रोटीन ग्लाइकोप्रोटीन कहलाते हैं। कार्बोहाइड्रेट की उपस्थिति प्रोटीन को सुरक्षित करती है। बन्धित कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन की विलयशीलता (slolubility) को बढाता है।

(द) डाइसल्फाइड बन्ध (Disulphide Linkage)

पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला के द्वितीयक संरचना के स्थायीकरण के लिए दो सिस्टीन (Cysteine) के बीच डाई सल्फाइड बन्ध, पॉलीपेप्टाइड की द्वितीयक संरचना को स्थायित्व प्रदान करने के लिए एक महत्वपूर्ण शक्ति प्रदर्शित करता है। ऐसे प्रोटीन जिनमें दो से ज्यादा सिस्टीन अवशेष (residue) हों, इनमें डाईसल्फाइड बन्ध का निर्माण प्रोटीन की सामान्य संरचना तथा एन्जाइमिक क्रिया को बनाये रखने के लिए आवश्यक होता है।

बोध प्रश्न

1. अनुवादिकरण के प्रमुख चरण लिखिए।

   ....

2. यूकेरियोट्स में पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला के प्रारम्भन के लिए उत्तरदायी कारकों के नाम लिखिए।

   ....

3. टी.आर.एन.ए. की संरचना किसके समान है?

   ....

4. ग्लाइकोसाइलिकरण की प्रक्रिया क्या है?

   ....

5. डालसल्फाइड बन्ध की क्या उपयोगिता है?

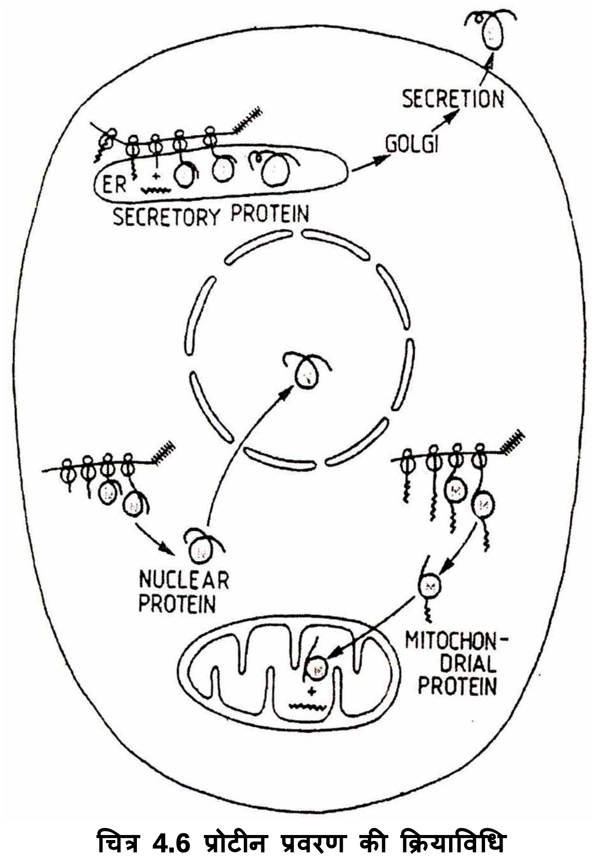
   ....

4.6 प्रोटीन प्रवरण (Protein Sorting) :

एक कोशिका में प्रोटीन को उसके लक्ष्य तक पहुँचाने की प्रक्रिया प्रोटीन प्रवरण (Protein Sorting) अथवा प्रोटीन पृथक्करण (Protein seggregation) अथवा प्रोटीन ट्रेफिकिंग (Protein traficking) कहलाती है। कोशिका में कई हजार प्रोटीन अणुओं का संश्लेषण मुक्त अथवा झिल्ली अस्तरित राइबोसोम के द्वारा किया जाता है। प्रोटीन प्रवरण प्रक्रिया में दो कोशिकांग महत्वपूर्ण हैं - (अ) अन्त: प्रदव्यी जालिका (endoplasmic reticulum) एवं (ब) गॉल्ली काय (golgi body)। अन्तःप्रदव्यी जालिका की गुहा (lumen) में पश्च अनुवादिकरण (Post translation) के पश्चात् प्रारम्भिक प्रोटीन रूपान्तरण (intial modification) की प्रक्रिया सम्पन्न होती है। इसके पश्चात् गॉल्ली काय द्वारा प्रोटीन निश्चित स्थल तक पहुँचाये जाते हैं।

प्रोटीन अंतिम उत्पाद के रूप में (स्त्रवित प्रोटीन) कोशिका के अन्त: कोशिकीय भागों को प्रदान कर दिए जाते हैं, जैसे न्यूक्लियोप्लाज्म परॉक्सीसोम्स माइटोकॉण्ड्रिया, क्लोरोप्लास्ट, इत्यादि। स्त्रवित प्रोटीन कोशिकांगों अथवा इन कोशिकांगों की झिल्ली के साथ समाकलित हो जाते हैं। अन्तःकोशिकीय प्रोटीन प्रवरण, पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला के विशेष अनुक्रमों के रूप में होता है। प्रोटीन का स्थानान्तरण एकान्तरित रूप में अनुलेखन (translation) के समय तथा अनुलेखन के पश्चात् प्रोटीन संश्लेषण के पूर्ण होने पर सम्पन्न होता है। नवसंश्लेषित प्रोटीन (newly synthesized protein) में विशिष्ट अनुक्रम उपस्थित होते है, जो प्रोटीन को उसके अंतिम उत्पाद के रूप में परिवर्तित करते है, ये तीन अनुक्रम निम्न हैं -

1. **सिग्नल पेप्टाइड्स (Singal peptides)** - ये स्त्रवित प्रोटीन के लिए महत्वपूर्ण हैं।
2. **स्टॉप-ट्रांसफर पेप्टाइड्स (Stop transfer peptides) -** ये प्रोटीन को कोशिका झिल्ली के साथ समाकलित करने के लिए आवश्यक है।
3. **प्रवरण अनुक्रम (Sorting sequences) -** ये पश्च-अनुलेखन (post-translational) स्थानान्तरण को निर्धारित करती है।



चित्र 4.6 प्रोटीन प्रवरण की क्रियाविधि

4.6.1 प्रोटीन प्रवरण की क्रियाविधि (Machanism of protein Sorting)

प्रोटीन को अपने निर्धारित लक्ष्य तक पहुँचने के लिए, सम्बन्धित कोशिकांग की कोशिका झिल्ली द्वारा स्थानान्तरित होना होगा। सह-अनुलेखनी (Co-translational) तथा पश्च-अनुलेखनी (post-trnaslational) दोनों ही प्रकार के स्थानान्तरण (translocation) में सिग्नल अनुक्रम (signal

sequence) के ग्राही (receptors) द्वारा सम्बन्धित सिग्नल (signal) की पहचान की जाती है। तत्पश्चात् प्रोटीन, कोशिकांगों में स्थानान्तरित होता है एवं सिग्नल पेप्टाइड का विदलन प्रोटीन के N टर्मिनल पर सिग्नल पेप्टाइडेज (signal peptide) द्वारा होता है एवं प्रोटीन अपने डोमेन (domain) के क्रियात्मक स्वरूप के आधार पर द्वितीयक संरचना (secondary structure) प्राप्त करता है।

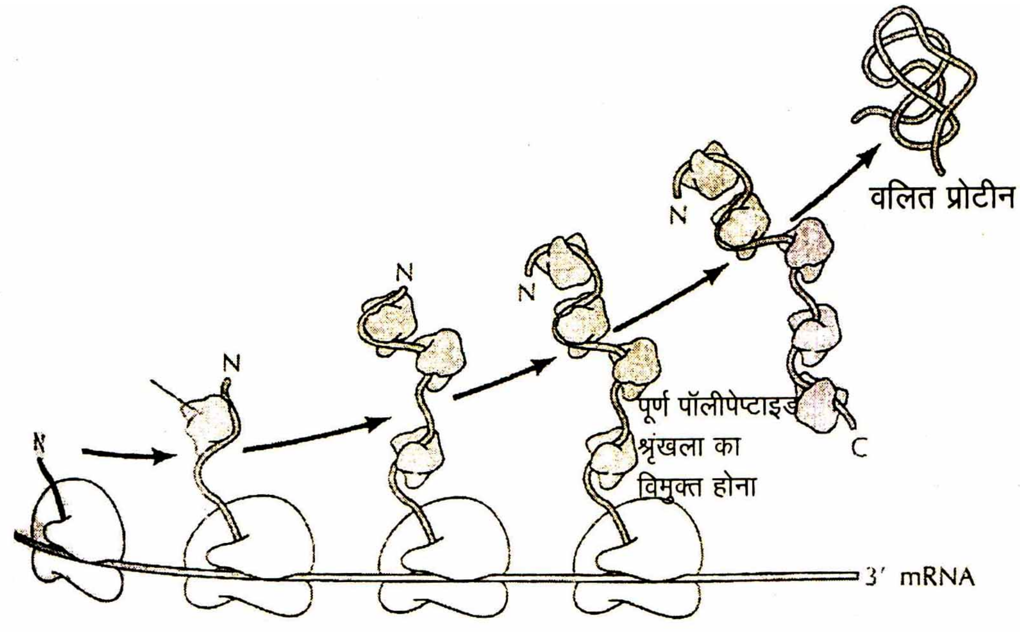
4.7 प्रोटीन वलन (Protein folding)

कोशिका में आनुवांशिक सूचनाओं का प्रवाह अनुलेखन द्वारा समाप्त होता है। जिसके फलस्वरूप डी.एन.ए. के न्यूक्लियोटाइड का अनुक्रम अमीनो अम्ल की पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला के अनुक्रम में परिवर्तित हो जाता है। पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला के बनने का अर्थ ये नहीं है, कि उससे क्रियात्मक प्रोटीन का निर्माण हो जायेगा।

अमीनों अम्ल की रेखीय श्रृंखला की अपेक्षा क्रियात्मक प्रोटीन की संरचना अधिक जटिल होती है। अमीनो अम्ल से सक्रिय एन्जाइम तथा दूसरे प्रोटीन के निर्माण के लिए पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला का त्रिविमीय संगठन आवश्यक है। प्रोटीन की त्रिविमीय संरचना का अर्थ उसकी तृतीयक (tertiary) संरचना से होता है। यद्यपि प्रोटीन की द्वितीयक संरचना तो पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला के वलन (folding) एवं अन्त: आण्विक आबन्धनों द्वारा प्राप्त होती है, किन्तु तृतीयक संरचना का स्थायीकरण (stabilization) अमीनों अम्लों की पार्श्व श्रृंखलाओं के द्वारा होता है। प्रोटीन की त्रिविमीय संरचना, विशेष रूप से एन्जाइम के लिए विशिष्ट सक्रियता स्थलों (sites of specific activity) का निर्माण करती है। प्रोटीन की तृतीयक संरचना में परिवर्तन मात्र से एन्जाइम की विशिष्ट सक्रियता समाप्त हो जाती है।

प्रोटीन वलन एक स्व: संगठित (self-assembly) प्रक्रिया है, जिसके लिए अतिरिक्त कोशिकीय कारकों की आवश्यकता नहीं होती। यह प्रक्रिया सर्वप्रथम क्रिश्चियन एनफिन्सन (Christian Anfinsen) ने प्रतिपादित की। कोशिका में प्रोटीन के उपयुक्त वलन के लिए कुछ अतिरिक्त प्रोटीन सहायक होते हैं। ऐसे प्रोटीन्स को आण्विक "चैपरोन्स" (Chaperones) कहते हैं। चैपरोन एक प्रोटीन (न्यूक्लियोप्लास्मिन) है, जो न्यूक्लियोसोम के एकत्रीकरण/संयोजन के लिए आवश्यक है। न्यूक्लियोप्लास्मिन, हिस्टोन के साथ बन्धित होकर, हिस्टोन को न्यूक्लियोसोम से जोड़ती है। चैपरोन्स उगेरक की तरह, कॉम्पलैक्स के साथ बन्धित हुए बगैर न्यूक्लियोसोम - जटिल का निर्माण करते है। चैपरोन्स पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला के वलन के लिए आवश्यक सूचना प्रसारित नहीं करते, बल्कि इनकी उपस्थिति से प्रोटीन वलन के लिए आवश्यक स्व: संगठित प्रक्रिया उत्पेरित होती है। चैपरोन्स के बंधन से अवलित पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला का स्थिरीकरण (stabilization) होता है, जिससे पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला सही रूप में विन्यासित हो जाती है।

बहुत से प्रोटीन्स में α-हैलिक्स तथा β -शीट्स पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला के लूप से जुड़कर एक जटिल ग्लोब्यूलर (globular) संरचना बनाते हैं, जिन्हें डोमेन (domain) कहते हैं। ये तृतीयक संरचना की इकाई बनाते हैं। लघुप्रोटीन जैसे राइबोन्यूक्लिएज अथवा मायोग्लोबिन में केवल एक डोमेन होता है। जबकि वृहत् प्रोटीन में बहुत से डोमेन आपस में जुड़े होते हैं। तृतीयक संरचना में हाइड्रोफोबिक अमीनो अम्ल प्रोटीन की भीतरी भाग में जबकि हाइड्रोफिलिक अमीनो अम्ल प्रोटीन की सतह पर स्थित होते हैं, जहाँ से वह जल के साथ अन्योन्य क्रिया प्रदर्शित कर सकते हैं।



चित्र 47. अनुलेखन के दौरान पैपरोन्स की सक्रियता

बोध प्रश्न

6. चैपरोन्स क्या हैं?
   ....
7. प्रोटीन वलन क्यों आवश्यक है?
   ....
8. प्रोटीन प्रवरण से सम्बन्धित कोशिकांग के नाम लिखिए।
   ....
9. प्रवरण अनुक्रम का क्या कार्य होता है?
   ....

4.8 सारांश (Summary)

प्रोटीन संश्लेषण में तीन प्रकार के RNA भाग लेते हैं। प्रोकेरियोट्स की अपेक्षा यूकेरियोट्स में mRNA अणु अधिक स्थायी होते हैं। mRNA में प्रारम्भक कोडोन (initiator codon) तथा समापन कोडोन (termination codon) दोनों होते हैं। tRNA में चार भुजाएँ होती है, यह द्वितीयक तथा तृतीयक संरचना प्रदर्शित करता है। tRNA जीन्स का अनुलेखन RNA पॉलीमरेज III के द्वारा होता है।

अनुलिपिकरण की शुरूआत अमीनो अम्ल की सक्रियता से होती है, यह एक एन्जाइमी प्रक्रिया है। सक्रिय 20 अमीनो अम्ल अपने-अपने सम्बन्धित tRNA के साथ संलग्न हो जाते हैं। साथ ही राइबोसोम 30s) mRNA श्रृंखला से संयोजित हो जाता है। इसके पश्चात् अमीनोएसाइल tRNA पेप्टाइडल स्थल से बन्ध बनाता है। तभी इस स्थल पर 50s राइबोसोम व्याप्त हो जाता है तथा बहुत से प्रारम्भक अणु (IF_1,IF_2, IF_3) 30s उपइकाई से जुड़ जाते हैं। यह अवस्था जिसमें

राइबोसोम mRNA, tRNA तथा प्रारम्भक कारक साथ संयोजित होते हैं, अनुलिपिकरण संयोजन (translational assembly) कहलाता है।

श्रृंखला दीर्घीकरण प्रक्रिया में राइबोसोम की उपइकाई तथा अमीनो-एसाइल tRNA, ग्राही स्थल (aceptor site) पर बन्ध बनाते हैं। P -स्थल पर प्रारम्भक कोडोन का पेप्टाइल- tRNA बन्धित होता है। पहला पेप्टाइड बन्ध उन अमीनो अम्ल के बीच बनता है जो P और A स्थल के बीच स्थित होते हैं। ट्रांसलोकेशन (translocation) के दौरान राइबोसोम mRNA की पूरी लम्बाई में गति करता है। A -स्थल पर लगातार अमीनो अम्ल का संयोजन होता है, पेप्टाइड बन्ध का निर्माण होता है, जिससे पेप्टाइड श्रृंखला का दीर्घीकरण होता है। mRNA पर जब राइबोसोम समापन कोडोन तक पहुँचता है, तो प्रोटीन संश्लेषण की प्रक्रिया रूक जाती है। इसके पश्चात् प्रोटीन श्रृंखला में पश्च अनुलिपिकरण रूपान्तरण होते हैं, जैसे - फॉस्फोरिलिकरण, एसाइलिकरण ग्लाइकोसाइलिकरण तथा डाई-सल्फाइड बन्ध का निर्माण।

अमीनो अम्ल की रेखीय श्रृंखला की अपेक्षा क्रियात्मक प्रोटीन की संरचना अधिक जटिल होती है। अमीनो अम्ल से सक्रिय एन्जाइम तथा दूसरे प्रोटीन के निर्माण के लिए पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला का त्रिविमीय संगठन आवश्यक है। प्रोटीन वलन एक स्व: संगठित प्रक्रिया है, जिसके लिए अतिरिक्त कोशिकीय कारकों की आवश्यकता नहीं होती। कोशिका में प्रोटीन के उपयुक्त वलन के लिए कुछ अतिरिक्त प्रोटीन सहायक होते हैं, ऐसे प्रोटीन्स को आण्विक 'चैपरोन्स' कहते हैं। चैपरोन्स के बंधन से अवलित पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला का स्थिरिकरण होता है, जिससे पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला सही रूप में विन्यासित हो जाती है।

4.9 शब्दावली (Glossary):

1.	प्रोटीन प्रवरण	Protein Sorting
2.	प्रोटीन वलन	Protein Folding

4.10 संदर्भ ग्रंथ (Reference books) :

1. जेनेटिक्स - पी. के. गुप्ता
2. दी सैल (ए मॉलीक्यूलर एप्रोच) - ज्यॉफरी एम. कूपर
3. सैल एण्ड मॉलीक्यूलर बायलॉजी - डी. रॉबर्टिस
4. बायोटेक्नोलॉजी-3 - एस. महेश

4.11 बोध प्रश्नों के उत्तर

1. अनुवादिकरण के मुख्य चरण निम्न हैं -
   (अ) अमीनो अम्ल का सक्रियकरण
   (ब) अमीनो अम्ल का t-RNA पर स्थानान्तरण
   (स) पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला का निर्माण
2. यूकेरियोट्स में पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला के प्रारम्भन के लिए तीन प्रोटीन कारक IF-1, IF-2 तथा IF-3 उत्तरदायी होते हैं।
3. क्लोवर पर्ण के समान।
4. प्रोटीन के साथ कार्बोहाइड्रेट का संलग्न होना।

5. प्रोटीन संरचना को स्थायित्व प्रदान करने के लिए डाइसल्फाइड बन्ध आवश्यक है।
6. प्रोटीन (न्यूक्लियोप्लास्मिन)
7. प्रोटीन को क्रियात्मक प्रोटीन में रूपान्तरित करने के लिए प्रोटीन वलन आवश्यक है।
8. अन्तःप्रदव्यी जालिका तथा गॉल्ली काय।
9. पश्च अनुलेखनी स्थानान्तरण को निर्धारित करता है।

4.12 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question) :

1. प्रोकेरियोट्स में प्रोटीन संश्लेषण के विभिन्न चरणों का वर्णन कीजिए।
2. प्रोकेरियोट्स तथा यूकेरियोट्स में अनुवादिकरण प्रक्रिया का तुलनात्मक वर्णन कीजिए।
3. टिप्पणी

   (अ) प्रोटीन वलन

   (ब) प्रोटीन वलन

इकाई 5

असीमकेन्द्रकीयों व समीमकेन्द्रकीयों में जीन अभिव्यक्ति नियमन

REGULATION OF GENE EXPRESSION IN PROKARYOTENS AND EUKARYOTES

इकाई की रूपरेखा

5.0 उद्देश्य
5.1 प्रस्तावना
5.2 प्रोकेरियोट्स में जीन नियमन
5.2.1 जीन अभिव्यक्ति प्रेरण एवं दमन
5.3 ओपेरॉन मॉडल
5.3.1 प्रचालक ओपेरॉन
5.3.2 दमनकारी ओपेरॉन
5.4 Lac ओपेरॉन
5.4.1 Lac ओपेरॉन के मुख्य घटक
5.4.2 Lac ओपेरॉन का धनात्मक नियमन
5.5 Trp ओपेरॉन
5.5.1 Trp ओपेरॉन का नियंत्रण
5.6 यूकेरियोट्स में जीन नियमन
5.6.1 डेविडसन-ब्रिटन जीन बैटरी मॉडल
5.7 यीस्ट में गैलेक्टोज नियमन
5.8 न्यूरोस्पोरा में जीन नियमन
5.9 RNA संपादन द्वारा नियमन
5.10 mRNA स्थायित्व द्वारा नियमन
5.11 DNA-मिथाइलीकरण द्वारा नियमन
5.12 DNA-हाइपोमिथाइलीकरण
5.13 सारांश
5.14 शब्दावली
5.15 संदर्भ ग्रन्थ
5.16 बोध प्रश्नों के उत्तर
5.17 अभ्यासार्थ प्रश्न

5.0 उद्देश्य (Objective) :

इस इकाई के अध्ययन के बाद आप किसी भी कोशिका में जीन अभिव्यक्ति के नियमन को समझ पाएगें। किसी भी कोशिका में कार्य विशेष हेतु सम्बन्धित प्रोटीन के संश्लेषण का प्रारम्भ और संश्लेषण को समाप्त करने की क्रियाविधि समझ पाएगें।

5.1 प्रस्तावना (Introduction) :

सभी जीवित कोशिकाओं में जीन नियमन (regulation of gene) एक अद्भुत प्रक्रिया है। आण्विक जीव विज्ञान (molecular biology) में जीन को अभिप्रेरित (induce) या दमन (repression) करके एन्जाइम की उत्पत्ति का अध्ययन किया जाता है। दूसरी ओर जीन को निष्क्रिय कर प्रोटीन संश्लेषण में अनुलेखन (Transcription) एवं अनुलिपिकरण अथवा अनुवाद (Translation) प्रक्रियाओं को भी निष्क्रिय किया जा सकता है। इस तरह विभिन्न जीन्स के द्वारा किसी उपापचयी परिपथ की अभिक्रियाओं के नियंत्रण को जीन नियमन (Gene regulation) कहते हैं। जीन की अभिव्यक्ति का यह नियमन, प्रोकेरियोटिक एवं यूकेरियोटिक सजीवों में अलग-अलग चरणों द्वारा प्रदर्शित होता है।

5.2 प्रोकेरियोट्स में जीन नियमन (Prokaryotic Gene Regulation) :

सूक्ष्मजीवी हर प्रकार के वातावरण में जीवित रहने की क्षमता रखते हैं। इश्चिरिशिचिया कोलाई (Escherichia coli) ऐसा ही जीवाणु है जो अपने लघु जीवन काल को विभिन्न प्रकार के वातावरण में रहने के लिए अनुकूलित करता है। इसकी उपस्थिति स्तनधारियों के इंटेस्टाइनल ट्रेक्ट, गन्दे पानी, नदियों तथा झरनों में रिपोर्ट की गई है। कुछ जीव अपने आपको अति ऊष्ण और अति शीत वातावरण के लिए अनुकूलित कर लेते हैं। अर्थात् बहुत से सूक्ष्मजीवी ऐसे हैं, जो अपने जीवनयापन के तरीके को अपने चारों ओर के वातावरण के अनुसार ढाल लेते हैं।

जब जीवाणु विभिन्न वातावरणीय परिस्थितियों में प्रवेश करता है, जो वहाँ प्रत्येक इकोलोजिकल निक (Ecological niche) के द्वारा कार्बनिक अणु ऊर्जा अणु के रूप में प्रदान किए जाते हैं. और इन अणुओं को जीवाणु नये पद्य मॉलीक्यूल fuel molecule) के रूप में काम में लेता है, जिसके लिए उसे जीन अभिव्यक्ति को परिवर्तित करना पड़ता है। अर्थात् सभी सूक्ष्मजीवियों में इन अनुकूलताओं को व्याप्त करने के लिए अपने विशिष्ट जीन को स्विच ऑन (Switch on) तथा स्विच ऑफ (Switch off) करने की क्षमता होनी चाहिए। जब जीवाणु को तुरन्त किसी उत्पाद (product) की आवश्यकता है तो वह तुरन्त स्विच ऑन कर लेता है और जब उत्पाद की आवश्यकता नहीं है तो वह अपने जीन समुच्चय को स्विच ऑफ कर सकता है और इस प्रकार जीन अभिव्यक्ति को नियमित कर कोशिकीय-ऊर्जा को नष्ट होने से बचाया जा सकता है, क्योंकि अनुलेखन (Transcription) और अनुलिपिकरण (Translation) दोनों प्रक्रियाओं में काफी मात्रा में ऊर्जा का उपयोग होता है। जीवाणु के द्वारा इस बची हुई ऊर्जा का उपयोग दूसरे आवश्यक उत्पाद के संश्लेषण में कर उसकी वृद्धि को बढ़ाया जा सकता है।

प्रोकेरियोट्स में जीन अभिव्यक्ति को निम्न प्रक्रियाओं में नियमित किया जा सकता है - ट्रांसक्रिप्शन, mRNA- प्रोसेसिंग, ट्रांसलेशन तथा एंजाइम फंक्शन।

5.2.1 जीन अभिव्यक्ति प्रेरण एवं दमन (Induction and Repression of Gene Expression) :

ई. कोलाई (E. Coli) तथा अन्य जीवाणु किसी भी कार्बोहाइड्रेट जैसे ग्लूकोज, गैलेक्टोस अथवा लैक्टोस (कार्बन स्रोत के रूप में) की उपस्थिति में वृद्धि करते हैं। यह शर्करा, एन्जाइम β-गैलेक्टोसाइडेज (β-galactosidase) के निर्माण को अभिप्रेरित करती है, क्योंकि इन शर्करा की उपस्थिति मात्र से ही β-गैलेक्टोसाइडेज का संश्लेषण तेजी से होने लगता है। अत: ऐसे रासायनिक पदार्थ जो एन्जाइम के निर्माण को प्रेरित करते हैं, प्रेरक पदार्थ (Inducer) एवं वह प्रक्रिया जिसके द्वारा एन्जाइम की उत्पत्ति अभिप्रेरित होती है, उसे प्रेरण (Induction) कहते हैं। वो जीन जिनकी अभिव्यक्ति को नियमित किया जा सकता है, उन्हें प्रचालक जीन (inducilble gene) कहते हैं। यदि जीन उत्पाद कोई एन्जाइम हैं, तो इन्हें प्रचालक एन्जाइम (inducible enzyme) कहते हैं।

जीवाण्वीय कोशिकाओं में कुछ ऐसे पदार्थ भी होते हैं, जिनकी उपस्थिति मात्र से किसी एन्जाइम का संश्लेषण रूक जाता है, इन्हें दमनकर (repressor) कहते हैं। उदाहरण के लिए ई. कोलाई. कोशिकाओं में ऐसे जीन होते हैं जो ट्रिप्टोफेन (tryptophan) अमीनो अम्ल के संश्लेषण के लिए उत्तरदायी होते हैं। माध्यम में इस अमीनो अम्ल की अनुपस्थिति में ये जीन आवश्यक ट्रिप्टोफेन का संश्लेषण करते हैं। यदि ई. कोलाई को ऐसे माध्यम में रखें जिसमें यह अमीनो अम्ल पर्याप्त मात्रा में उपस्थित हो तब लगातार इस अमीनो अम्ल का संश्लेषण एक व्यर्थ प्रक्रिया है। इसलिए जैसे ही जीन्स को यह ज्ञान होता है, कि माध्यम में ट्रिप्टोफेन उपस्थित है, तो इसका संश्लेषण तुरन्त रोक दिया जाता है। इस प्रकार किसी जीन की अभिव्यक्ति का बंद होना, दमन (repression) कहलाता है।

5.3 ओपेरॉन मॉडल (The Operon Model) :

ई. कोलाई जीन अभिव्यक्ति के प्रेरण एवं दमन का अध्ययन कर, जैकब एवं मोनाड ने (Jacob and Monad) ओपेरॉन मॉडल प्रस्तुत किया। ई. कोलाई ओपेरॉन मॉडल प्रमुखत: एन्जाइम β-गैलेक्टोसाइडेज के संश्लेषण पर आधारित है। यह एन्जाइम लैक्टोस शर्करा का विघटन ग्लूकोज एवं गैलेक्टोस में करता है। जीवाणु में ओपेरॉन एक इकाई की तरह कार्य करता है, जिसमें संरचनात्मक जीन (Structural gene), प्रचालक जीन (Operator gene) तथा प्रवर्धक जीन (Promoter gene) उपस्थित होते हैं।

ओपेरॉन के घटक (Components of operon)

(अ) संरचनात्मक जीन (Structural gene)

ये एक या अधिक जीन्स का समुच्चय होता है, जो एन्जाइम के लिए विशिष्ट होते हैं तथा प्रोटीन के लिए कोड करते है। ये जीन्स स्थायी RNA अथवा mRNA के संश्लेषण के लिए सूचनाऐं प्रसारित करते हैं।

(ब) नियामक जीन (Regulatory gene)

यह जीन प्रमोटर जीन के पहले उपस्थित होती हैं तथा इनका कार्य संरचनात्मक जीन्स को नियंत्रित करने का है। इनके द्वारा दमनकारी (repressor) पदार्थ उत्पन्न किए जाते हैं, इन प्रोटीन पदार्थो को "I" gene भी कहते हैं।

अर्थात् यह जीन एन्जाइमी प्रोटीनों की संरचना का निर्धारण न करके ओपेरॉन के अन्य घटकों जैसे संरचनात्मक व प्रमोटर जीनों की अभिव्यक्ति का नियमन (regulation) करते है।

(स) ऑपरेटर जीन (operator gene)

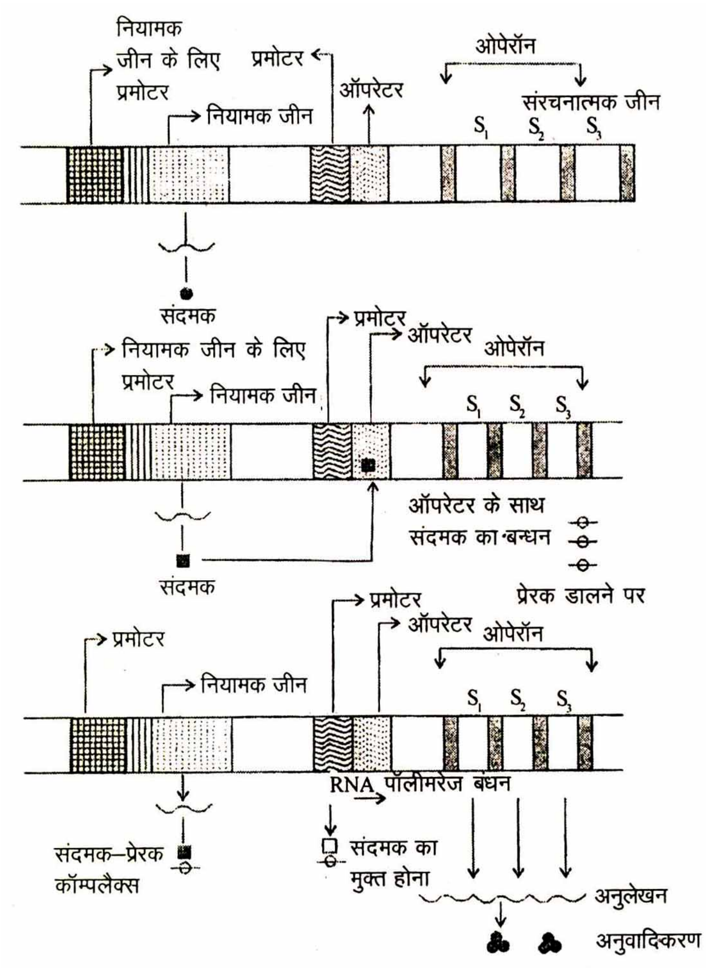
यह जीन संरचनात्मक जीन के पास उपस्थित होती है। यह जीन अनुलेखन क्रिया का दमन (repression) करता है, एवं संरचनात्मक जीन पर ऋणात्मक नियंत्रण (negative control) करता है।

(द) प्रमोटर जीन (Promoter gene)

यह ऑपरेटर जीन के आगे पाया जाने वाला ओपेरॉन का विशिष्ट भाग है, इस स्थान से ही एन्जाइम mRNA पॉलीमरेज जुड़ा रहता है। यह प्रोटीन निर्माण नहीं करता, बल्कि पॉलीमरेज की उपस्थिति में यह संरचनात्मक जीनों के अनुलेखन का प्रारम्भन (initiation) करता है। प्रिब्नोऊ (Pribnow, 1975) के अनुसार इस जीन के तीन महत्वपूर्ण स्थल हैं - (1) अभिज्ञान क्रम (Recognition sites), (2) बन्धक क्रम (Binding sites) तथा (3) m-RNA प्रारम्भक स्थल (m-RNA initiation)

5.3.1 प्रचालक ओपेरॉन (Inducible Operon)

ऑपरेटर के साथ दमनकारी प्रोटीन के जुड़ने पर अनुलेखन रूक जाता है। प्रचालक ओपेरॉन में मुक्त दमनकारी प्रोटीन, ऑपरेटर से जुड़कर, संरचनात्मक जीन का अनुलेखन क्रिया को स्विच ऑफ कर देता है। जब प्रेरक अणु



चित्र 5.1 : ओपेरॉन का प्रेरण

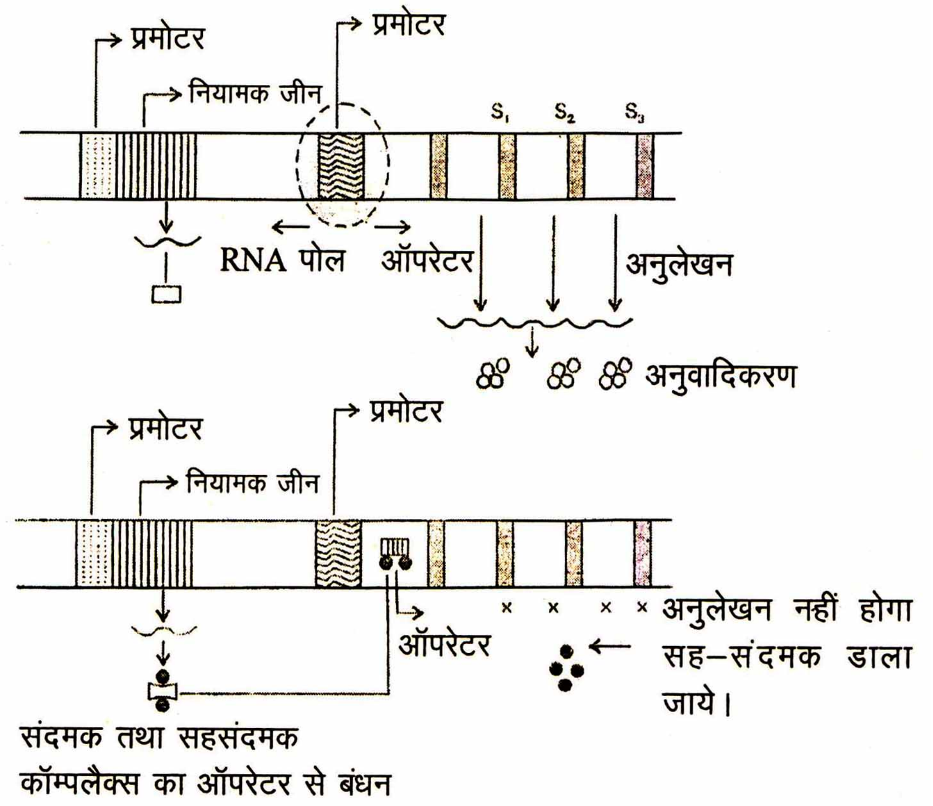
(inducer molecule) उपस्थित हो, तो यह DNA पर रिप्रेसर के साथ बन्धित हो जाते हैं। इस प्रकार से बन्धन के पश्चात् शीघ्र ही दमनकारी, ऑपरेटर से अलग हो जाता है। एक बार रिप्रेसर-इएनड्यूसर कॉम्पलैक्स बनने के पश्चात् ये ऑपरेटर के साथ जुड़े नहीं रह सकते। ओपेरॉन में प्रेरक (inducer) का संलग्न होना, संरचनात्मक जीन के अनुलेखन को प्रारम्भ करता है। नियामक जीन (regulatory gene) के अनुलेखन को, दमनकारी अणु ऑपरेटर के साथ जुड़कर नियंत्रित करता है। इस प्रक्रिया का निर्धारण प्रभावी अणु (effector molecule) की उपस्थिति अथवा अनुपस्थिति से होता है। प्रभावी अणु के रूप में अमीनो अम्ल तथा शर्करा उपस्थित होते है। प्रभावी अणु के रूप में अमीनो अम्ल तथा शर्करा उपस्थित होते हैं। प्रचालक ओपेरॉन में, प्रेरक अणु दमनकारी के साथ बन्धित होकर ओपेरॉन को प्रेरित कर सकते हैं।

5.3.2 दमनकारी ओपेरॉन (Repressable Operon)

इस ओपेरॉन में अकेला दमनकारी, ऑपरेटर के साथ नहीं जुड़ता। लेकिन प्रभावी अणु के साथ दमनकारी कॉम्पलैक्स (repressor complex) बनाकर, ऑपरेटर से जुड़ सकता है। इस प्रकार इस ओपेरॉन में, संरचनात्मक जीन का अनुलेखन प्रभावी अणु (effector molecule) की

अनुपस्थिति में शुरू (switch on) होता है तथा प्रभावी अणु की उपस्थिति में समाप्त (switch off) होता है।

सामान्यतया प्रभावी अणु की उपस्थिति में दमनकारी, ऑपरेटर के साथ संलग्न होता है। इसकी अनुपस्थिति में ऑपरेटर मुक्त रूप से, RNA पॉलीमरेज को प्रमोटर के साथ बंधित होने देता है तथा संरचनात्मक जीन का अनुलेखन प्रारम्भ हो जाता है। जब सह-दमनकारी (Co-repressor) को शामिल करते हैं, तो यह दमनकारी के साथ एक कॉम्पलैक्स बनाता है। यह दमनकारी-सह दमनकारी कॉम्पलैक्स ऑपरेटर के साथ संलग्न होकर RNA'-पॉलीमरेज को प्रमोटर के साथ जुड़ने से रोकते हैं, जिससे तीनों संरचनात्मक जीन का अनुलेखन रूक जाता है।

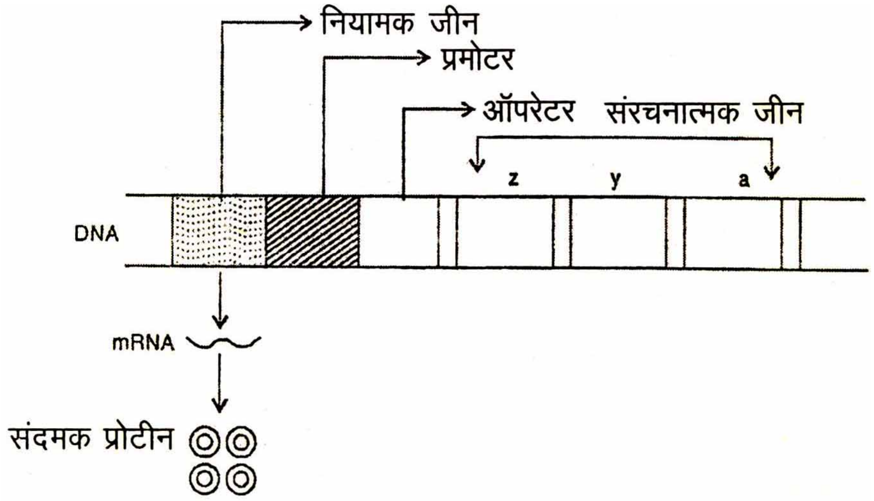


चित्र 5.2 : दमनकारी ओपेरॉन

5.4 Lac ओपेरॉन (The Lac Operon) :

सर्वप्रथम अध्ययन किया गया यह पहला ओपेरॉन है, जो पिछले दो दशकों से शोध का विषय बना हुआ है। जैकब तथा मोनाड (Jacob and Monad) द्वारा जो ओपेरॉन मॉडल प्रस्तुत किया गया, वह ई.कोलाई. के Lac ओपेरॉन पर ही आधारित था। ई. कोलाई. जीवाणु में लगभग 3000 प्रोटीन कोडिंग जीन्स होते हैं। Lac ओपेरॉन से सम्बंधित कोडिंग जीन्स होते हैं जो संवर्धक माध्यम से लैक्टोस का उपयोग करते हैं। इसके ऋणात्मक नियमन के लिए ई. कोलाई. कोशिकाओं में लैक्टोस (lactose) डालने पर एन्जाइम संश्लेषण हजारों गुना बढ़ जाता है।

सबस्ट्रेट मॉलिक्यूल प्रेरक की तरह कार्य करते हैं तथा एन्जाइम उत्पादन को उनके निम्नीकरण (degradation) के लिए उत्पेरित करते हैं।



चित्र 5.3 : Lac ओपेरॉन की संरचना

5.4.1 Lac ओपेरॉन के मुख्य घटक (Components of Lac Operon)

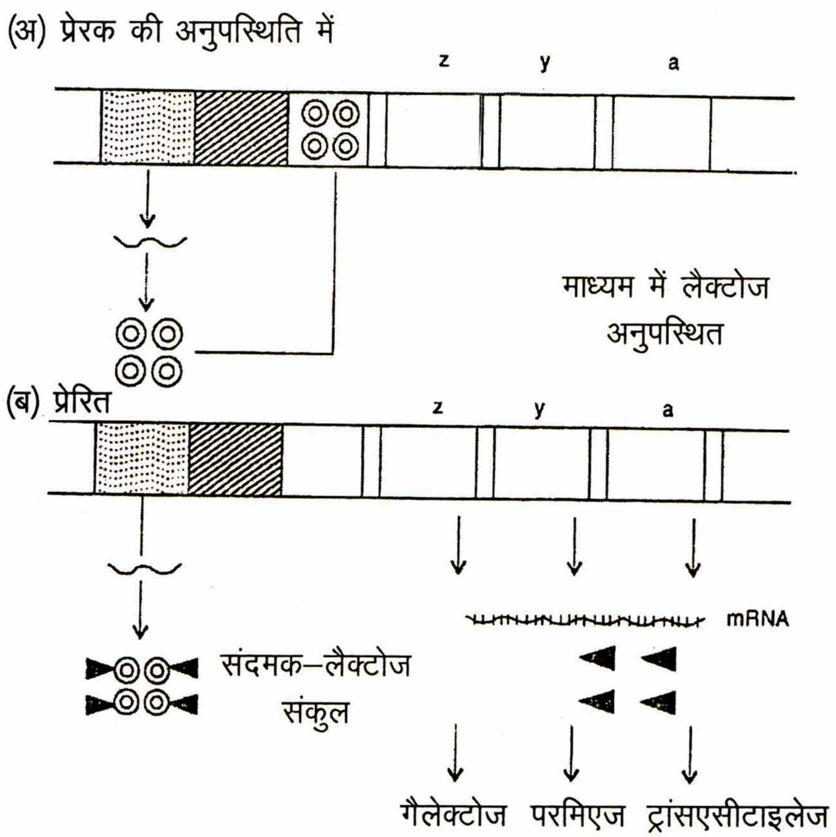
Lac ओपेरॉन में एक प्रमोटर, एक ऑपरेटर, तीन संरचनात्मक जीन तथा नियामक जीन होते हैं। संरचनात्मक जीन को S_1, S_2, तथा S_3 अथवा z,y,a से निरूपित करते हैं ये तीनों जीन क्रमशः β-गैलेक्टोसाइडेज (β-galactoside permease), तथा ट्रांसएसीटाइलेज (transacetylase) को कोड करते हैं। ये तीनों एन्जाइम लैक्टोस का उपयोग करने के लिए आवश्यक होते हैं। संरचनात्मक जीन (z,y,a) ओपेरॉन को टर्न ऑन (turn on) तथा टर्न ऑफ (turn off) कर नियंत्रित करते हैं। तीनों एन्जाइम से सम्बन्धित जीन्स का अनुलेखन RNA-पॉलीमरेज की सहायता से होता है, तथा ये पोलीसिस्ट्रोनिक - Lac mRNA बनाते हैं। कोशिका के भीतर लैक्टोस पहुँचाने का कार्य β-गैलेक्टोसाइड परमिएज के द्वारा किया जाता है। लैक्टोज को β-गैलेक्टोसाइडेज एन्जाइम ग्लूकोज तथा गैलेक्टोज में तोड़ देता है। ट्रांसएसीटाइलेज एन्जाइम का कार्य अब तक ज्ञात नहीं है।

Lac ओपेरॉन की अभिव्यक्ति को Lac संदभक (Lac repressor) द्वारा नियंत्रित किया जाता है, यह एक प्रोटीन है। Lac नियामक जीन को i से निरूपित करते हैं, यह जीन Lac दमनकर प्रोटीन को कोड करता है जिसकी चार सबयूनिट में 370 अमीनो अम्ल होते हैं। रिप्रेसर, ऑपरेटर अनुक्रम के साथ दृढ़ता से जुड़कर RNA पॉलीमरेज को प्रमोटर से जुड़ने से रोकता है तथा संरचनात्मक जीन के अनुलेखन क्रिया को भी बन्द करता है।

प्रेरक (inducer) के अनुपस्थित होने पर ही दमनकारी (repressor) ऑपरेटर के साथ बन्धित होता है। Lac ओपेरॉन के लिए प्रेरक का कार्य एलोलैक्टोज (Allolactose) करता है, इसका, संश्लेषण लैक्टोज से β-गैलेक्टोसाइडेज (β- galactosidase) एन्जाइम द्वारा उत्पेरित होता

है। दमनकारी की चार उपइकाईयाँ होती हैं, जिनमें से प्रत्येक की लैक्टोज के लिए एक बाइन्डिंग साइट होती है। लैक्टोज, रिप्रेसर से बन्ध बनाने के पश्चात् ऑपरेटर से नहीं जुड़ पाता. तथा z, y और a जीन्स का अनुलेखन तुरन्त हो जाता है।

ई.कोलाई. (E.Coli.) ऐसा जीवाणु है, जो पोषक माध्यम के लगातार बदलने पर भी वृद्धि करता रहता है।



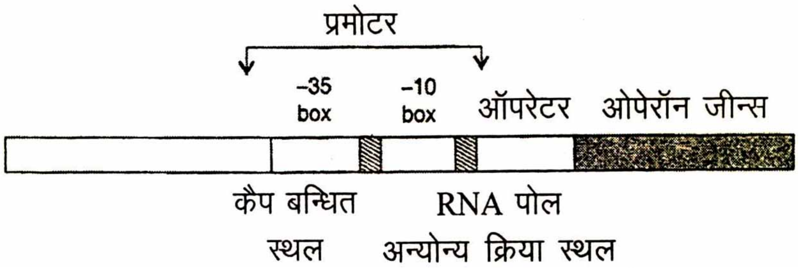
चित्र 5.4 : (अ) तथा (ब) अप्रेरित तथा प्रेरित अवस्था में Lac ओपेरॉन

5.4.2 Lac ओपेरॉन का धनात्मक नियमन/अपचयी दमनकारी (Positive Regulation of Lac Operon/Catabolic Repressor)

Lac ओपेरॉन के धनात्मक नियंत्रण से यह ज्ञात होता है, कि किस प्रकार जीवाणु परिवर्तित वातावरण को दक्षता से अपना लेता है। जब ई. कोलाई को ऐसे माध्यम से संवर्धित करते हैं, जिसमें लैक्टोस तथा ग्लूकोज हो, तो वह लैक्टोज की अपेक्षा ग्लूकोज का चयन करेगा।

जीवाणु में चक्रीय AMP (cyclic AMP/cAMP) के द्वारा नियमन होता है। यह अनुलेखन प्रक्रिया में प्रेरक ओपेरॉन को सक्रिय करता है। उदाहरण के लिए, ई. कोलाई. में एक चक्रीय AMP प्रोटीन होता है, जो विशिष्ट रूप से चक्रीय AMP के लिए दृढ़ आकर्षण प्रदर्शित करता है। इस प्रोटीन को अपचयी जीन सक्रियकारी प्रोटीन (catabolic gene activator protein) या CAP कहते हैं। cAMP प्रोटीन की प्रमोटर स्थल पर उपस्थिति RNA पॉलिमरेज के द्वारा

पहचानी जाती हैं, जिससे अनुलेखन का प्रारम्भन, होता है। CAP-cAMP कॉम्पलैक्स Lac ओपेरॉन को प्रेरित करता है, जब माध्यम में ग्लूकोज स्तर कम हो, क्योंकि निम्न स्तर होने पर cAMP का स्तर/मात्रा बढ़ जाता है। जब ग्लूकोज का उच्च स्तर होने पर cAMP का स्तर घट जाता है, तो CAP प्रोटीन प्रमोटर के साथ बन्धित नहीं होता, इस प्रकार Lac ओपेरॉन लैक्टोज की उपस्थिति में भी अक्रिय (repressed) अवस्था में रहता है।



चित्र 5.5 : Lac ओपेरॉन का धनात्मक नियमन

5.5 Trp ओपेरॉन (The Trp Operon) :

जीवाणुओं में अमीनों अम्ल संश्लेषण के समय एन्जाइम क्रिया का दमन कर नियमन किया जाता है। ऐसे बहु त से ओपेरॉन हैं जिनमें अमीनो अम्ल के संश्लेषण से सम्बन्धित एन्जाइम्स को कोड करने वाले संरचनात्मक जीन उपस्थित होते हैं जब कोशिका में पर्याप्त मात्रा में अमीनो अम्ल होते हैं, तो ओपेरॉन में उपस्थित संरचनात्मक जीन विश्रामवस्था में होते हैं जिससे अमीनो अम्ल का अनावश्यक संश्लेषण ना हो।

ट्रिप्टोफान संश्लेषण से सम्बन्धित पाँच संरचनात्मक जीन TRP ओपेरॉन में उपस्थित होते हैं। इस ओपेरॉन की अभिव्यक्ति संवर्धन माध्यम (culture media) में उपस्थित ट्रिप्टोफान की मात्रा पर निर्भर करती है। पाँच संरचनात्मक जीन, जो trp ओपेरॉन में उपस्थित होते हैं, निम्न हैं trpE, trpD, trpC, trpB तथा trpA, इन जीन्स के द्वारा क्रमश: एन्थ्रेनिलेट सिन्थेटेज (anthranilate synthatase), फॉस्फोराइबोसिल एन्थ्रेनिलेट ट्रांसफरेज (phosphoribosyl anthranilate transferase), फॉस्फोराइबोसिल एथ्रोनिलेट आइसोमरेजphoshphoribosyl anthranilate isomerase), ट्रिप्टोफान स्विन्थज β (tryptophan synthase β) तथा ट्रिप्टोफान सिन्थेज α एंजाइम की कोडिंग की जाती है।

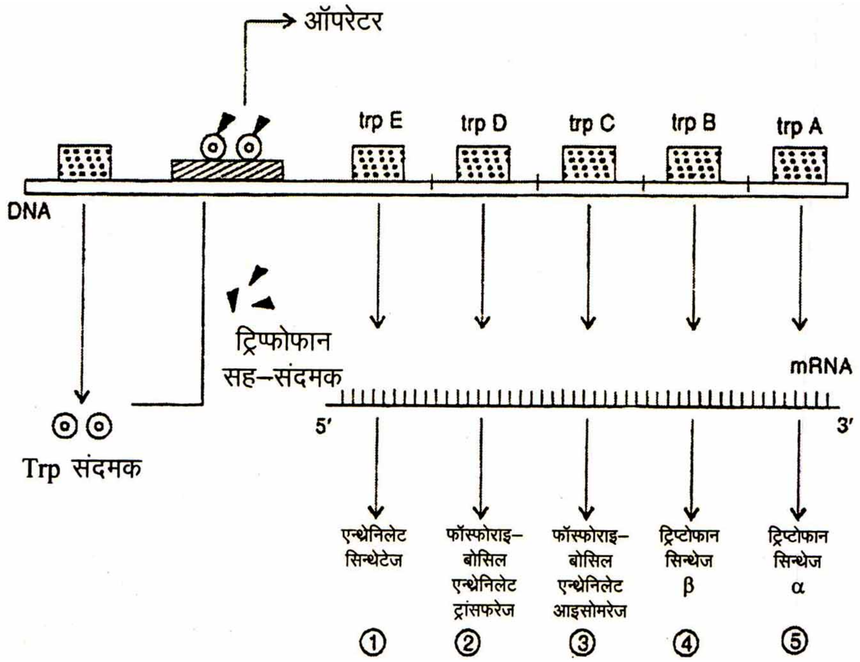
एन्जाइम प्रक्रिया के दमन के लिए, trp ओपेरॉन में उपस्थित नियामक जीन एक रिप्रेसर/दमनकारी प्रोटीन का उत्पादन करते हैं, जो सामान्यतया अक्रिय अवस्था में पाया जाता है। जब दमनकारी प्रोटीन किसी सह-दमनकारी (अमीनो अम्ल) के साथ जुड़ता है, तो इसकी संरचना में एक परिवर्तन होता है, जिसके तहत यह प्रोटीन ऑपरेटर स्थल से ना जुड़कर ,trp प्रमोटर के साथ RNa पॉलीमरेज की बाइडिंग को रोककर अनुलेखन क्रिया (transcription) को विमंदित कर देता है। जबकि ट्रिप्टोफान की अनुपस्थिति में RNA पॉलीमरेज प्रमोटर स्थल से जुड़कर, सभी पाँच संरचनात्मक जीन का अनुलेखन कर देता है। ट्रिप्टोफान की उपस्थिति में

सह-दमनकारी (repressor) और दमनकारी (repressor) प्रोटीन कॉम्पलैक्स ऑपरेटर के साथ जुड़कर, DNA पर RNA पॉलीमरेज को प्रमोटर स्थल पर जुड़ने से रोकता है।

5.5.1 Trp ओपेरॉन का नियंत्रण (Control of the Trp- Operon)

RNA-संश्लेषण के अंतिम (termination) चरण में जीन नियमन के लिए trp-ओपेरॉन को नियंत्रित किया जाता है। उत्पर्रिवर्ती (mutant) कोशिका में, Trp-R उत्परिवर्ती (जो दमनकारी प्रोटीन का निर्माण नहीं कर सकता), संवर्धन माध्यम में जब दमनकारी (Repressor) का निर्माण नहीं कर पाता, तब ट्रिप्टोफान को माध्यम में डालने पर टिप्टोफान के जैव संश्लेषण में 10 गुना कमी हो जाती है।

Trp-ओपेरॉन का यह द्वितीय स्तर नियमन, एटेन्यूएशन (attenuation) कहलाता है, तथा इससे सम्बन्धित अनुक्रम, एटेन्यूएटर (attenuator) कहलाता है। सामान्यतया 90% RNA पॉलीमरेज अणु जो प्रमोटर स्थल से अनुलेखन प्रारम्भ करते हैं, इनका समापन एटेन्यूएटर स्थल (attenuator) पर होता है, जिससे छोटे RNA अणु का संश्लेषण होता है। कोशिका में ट्रिप्टोफान का स्तर जब कम होता है तो mRNa' की लम्बाई काफी बढ़ जाती है। लेकिन ट्रिप्टोफान की सांद्रता बढ़ने पर mRNA समापन (termination) शीघ्र हो जाता है। इस तरह Trp ओपेरॉन का अल्पविकसित समापन (premature termination) हो जाता है तथा ट्रिप्टोफान की उपस्थिति में सीढ़िनुमा अनुक्रम (leader sequence) में अनुलेख प्राप्त होता है।



चित्र 5.6 : trp ओपेरॉन का नियमन

5.6 यूकेरियोट्स में जीन नियमन (Gene Regulation in Eukaryotes)

यूकेरियोटिक जीवों में विभिन्न प्रकार आकार-प्रकार की कोशिकाएँ पाई जाती हैं। विभिन्न प्रकार की कोशिकाएँ है' जैसे - अस्थि मज्जा (bone marrow), थायमस कोशिका (thymus cell), लिम्फ कोशिकाएँ (lymphocyte),पेशी कोशिका (muscle cell) तथा तंत्रिका कोशिका (nerve cell) कोशिकाओं का विभेदन विशिष्ट प्रकार के प्रोटीन तथा mRNA की अभिव्यक्ति के फलस्वरूप दिखाई देता है।

यूकेरियोटिक तन्त्र एक जटिल संरचना है, जिसका विशिष्ट प्रकार का नियामक तन्त्र होता है, जिसमें जीन्स का एक विशिष्ट समुच्चय एक ही प्रकार की कोशिकाओं में अभिव्यक्त होता है, दूसरी कोशिकाओं में नहीं। उदाहरण के लिए, प्रकाश संश्लेषण में शामिल जीन्स की अभिव्यक्ति पर्ण कोशिका के प्रकार को निश्चित करती है, मूल कोशिका को नहीं। जीन अभिव्यक्ति को विभिन्न चरणों जैसे DNA से RNA या RNA से RNA प्रोटीन बनने की प्रक्रिया में नियमित किया जा सकता है। यूकेरियोट्स में नियामक तंत्र का अध्ययन करने के लिए निम्न मॉडल प्रदर्शित किया गया।

5.6.1 डेविडसन-ब्रिटन जीन बैटरी मॉडल (Davidson-Britton gene Bettery Model)

यूकेरियोट्स में जीन अभिव्यक्ति का नियमन सर्वप्रथम आर.जे. ब्रिटन (R.J. Britton) तथा ई.एच. डेविडसन (E.H. Davidson) ने 1989 में "जीन बैटरी मॉडल" (Gene Bettery Model) के द्वारा समझाया। इस मॉडल के अनुसार प्रोटीन संश्लेषण व नियमन से सम्बन्धित DNA अनुक्रमों को चार वर्गों में बांटा जा सकता है।

(अ) प्रोड्यूसर जीन (Produce Gene)

यह प्रोकेरियोट्स के संरचनात्मक जीन (Strutural gene) के समतुल्य होता है।

(ब) ग्राही स्थल (Receptor site)

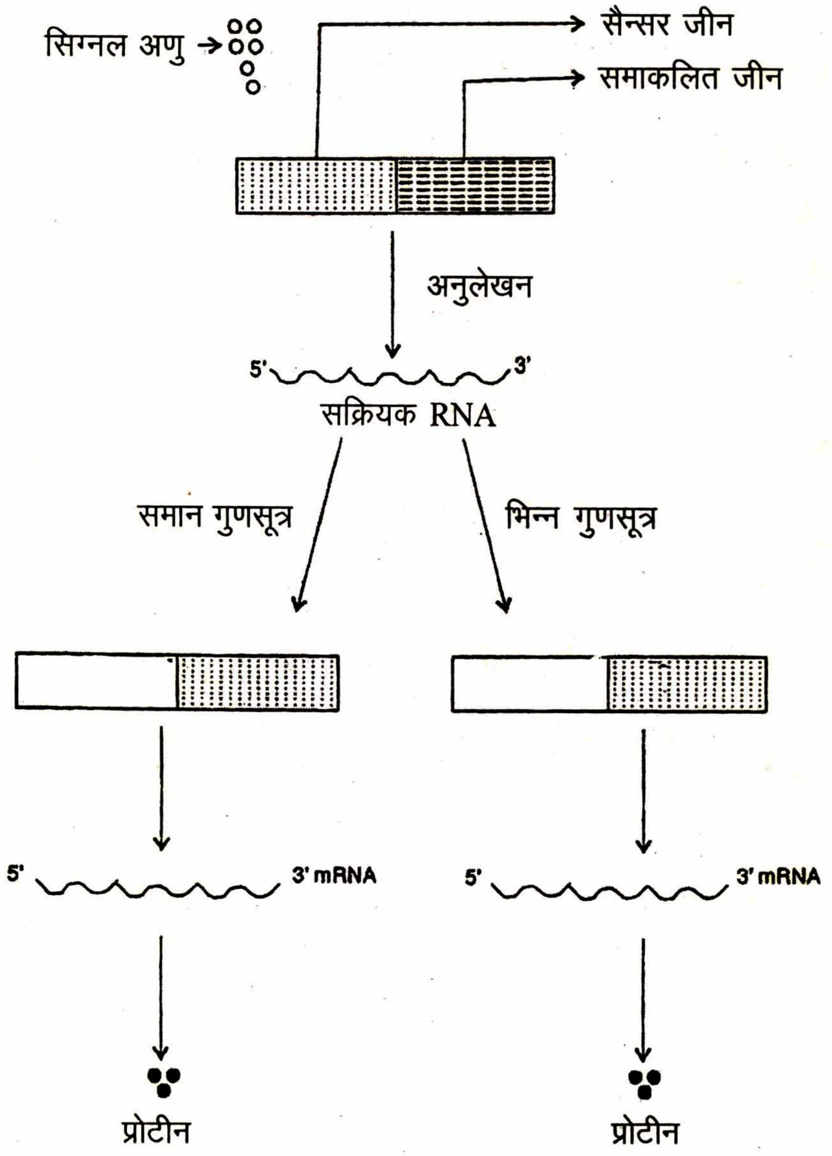
यह जीवाण्वीय ओपेरॉन के ऑपरेटर के समतुल्य होता है।

(स) समाकलित जीन (Integrator gene)

यह रेग्यूलेटर जीन के समान होता है तथा सक्रियक (activator) RNA के संश्लेषण के लिए उत्तरदायी होता है।

(द) सैन्सर स्थल (Sensor site)

एक सैन्सर स्थल, समाकलित जीन (Integrator gene) की क्रिया का नियमन करता है। समाकलित जीन, केवल तभी अनुलेखित होते हैं जब सैन्सर स्थल को सक्रिय किया जाता है। हार्मोन और प्रोटीन जैसे कारक सैन्सर स्थलों (sensor site) को पहिचानते हैं और इस प्रकार जीन अभिव्यक्ति में परिवर्तन कर देते हैं। इंटिग्रेटर जीन का अनुलेखन तभी संभव है जब हार्मोन-प्रोटीन कॉम्पलैक्स (harmone-protein-complex) का सैन्सर स्थलों पर बन्धन होता है।

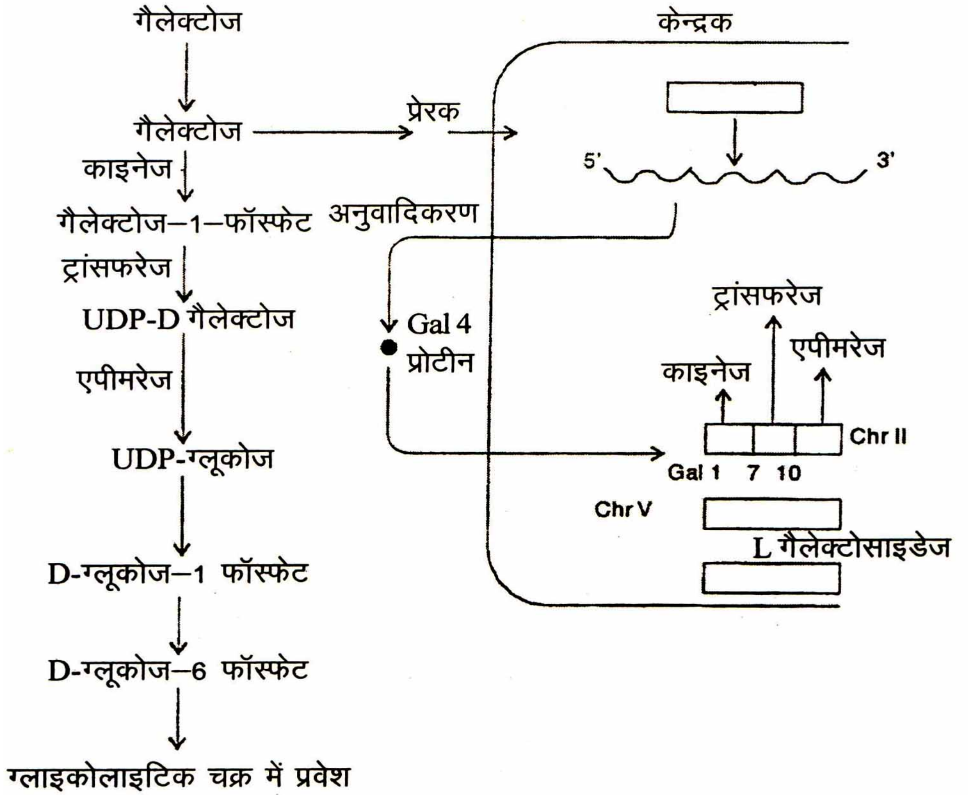


चित्र 5.7 : डेविडसन तथा ब्रिटेन द्‌वारा यूकेरियोटिक जीन नियमन के लिए दिया गया मॉडल

इस मॉडल के अनुसार सैन्सर स्थल के द्‌वारा सिग्नल अणु अर्थात् विशिष्ट एन्जाइम अथवा हार्मोन की पहचान की जाती है। सैन्सर स्थल के साथ ये सबस्ट्रेट बन्ध बनाकर ये समाकलित जीन के अनुलेखन को प्रारम्भ करते हैं। इस समाकलित जीन द्‌वारा सक्रियक RNA का निर्माण होता है। ये सक्रियक RNA ग्राही अणु के साथ उसी गुणसूत्र या अन्य गुणसूत्र के साथ जुड़ जाता है। इसी प्रकार संरचनात्मक जीन का RNA-पॉलीमरेज द्‌वारा अनुलेखन होता है, जिससे mRNA तथा mRNA से प्रोटीन का संश्लेषण होता है।

5.7 यीस्ट में गैलेक्टोज नियमन (Galactose Regulation in Yeast)

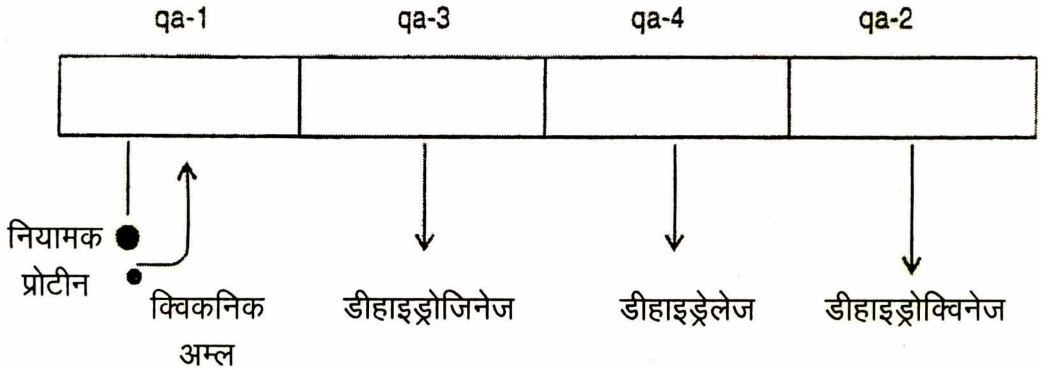
यीस्ट कोशिकाओं में बहुत से ऐसे जीन हैं, जो गैलेक्टोज (galactose) को ग्लूकोज फॉस्फेट (glucose phosphate) में परिवर्तित करने के लिए तीन एन्जाइम को कोड करते हैं। इन तीन में से गैलेक्टोकाइनेज (galactokinase) को जीन GAL-1, गेलेक्टोज ट्रांसफरेज (Galactose transferase) को GAL-7 तथा एपीमरेज (epimerase) को जीन GAL-10 नियंत्रित करते हैं। ये तीनों जीन यीस्ट कोशिका के गुणसूत्र-II पर स्थित होते हैं। एक चौथा जीन जो गैलेक्टोज के स्थानान्तरण का कार्य करता है, गुणसूत्र-XII पर स्थित होता है। एक पाँचवा जीन α- गैलेक्टोसाइडेज (α-Galactosidase) जो मैलीबायोज (melibiose) को गैलेक्टोज (galactose) में परिवर्तित करता है, भी दूसरे गुणसूत्र पर स्थित होता है। सभी पाँच जीन की अभिव्यक्ति के लिए गैलेक्टोज प्रेरक (inducer) की तरह एक मध्यस्थ gal-4 प्रोटीन के रूप में कार्य करता है। सभी पाँचों जीन gal-4 प्रोटीन की उपस्थिति में ही अभिव्यक्त होते हैं। GAL-4 प्रोटीन धनात्मक नियमन प्रदर्शित करता है, यह विशिष्ट DNA अनुक्रम के साथ जुड़कर GAL-1, GAL-7 तथा GAL-10 जीन का अनुलेखन प्रारम्भ करता है। गैलेक्टोज की उपस्थिति में, गैलेक्टोस को उपयोग में लेने वाले एन्जाइम से सम्बन्धित जीन टर्न ऑन (turn on) तथा इसकी अनुपस्थिति में तीनों GALजीन्स का अनुलेखन रूक जाता है।



चित्र 5.8. यीस्ट में gal ओपेरॉन नियमन

5.8 न्यूरोस्पोरा में जीन नियमन (Gene Regulation in Neurospora)

न्यूरोस्पोरा (Neurospora) की कोशिकाओं में बहुत से अमीनो-अम्ल के संश्लेषण से सम्बन्धित एन्जाइम होते हैं। जब कोशिका की आवश्यकता से अधिक अमीनो अम्ल का स्तर बढ़ जाता है, तो क्विकनॉइक अम्ल (quicnoic acid) अपमार्जक एन्जाइम (scavanger enzyme) का संश्लेषण करता है, यह एन्जाइम अमीनो अम्ल के उच्च स्तर का अपघटन कर देते हैं। एक बार क्विकनोइक अम्ल के अपघटित होने से अपमार्जक एन्जाइम की अभिव्यक्ति भी रूक जाती है। डीहाइड्रोजिनेज (dehydrogenase), डीहाइड्रोक्विनेज (dehydroquinase) तथा डीहाइड्रेलेज (dehydralase) अपमार्जक एन्जाइम हैं, जिन्हें qa_3, qa_4, qa_2 जीन धनात्मक रूप से नियंत्रित करते हैं।



चित्र 5.9 : न्यूरोएपोरा में जीन नियमन

5.9 RNA संपादन द्वारा नियमन (Regulation by RNA Editing)

सर्वप्रथम संपादकीय क्रियाविधि एक कोशिकीय रक्त परजीवी ट्रिपेनोसोमा (Trypanosoma) से रिपोर्ट की गई। इस जीव के बहुत से माइटोकोंड्रिया जीन अनुलेखित होकर mRNA बनाते हैं, जिसके लिए यूरीडीन (uridine) न्यूक्लियोटाइड के द्वारा एक क्षारक (base) का स्थान परिवर्तित (replacement) कर दिया जाता है। कभी-कभी अन्तर्वेशित यूरीडीन (inserted uridine), mRNA के लगभग आधे न्यूक्लियोटाइड को घेर लेता है। प्रारम्भिक अनुलेखन विशिष्ट RNA अणु (guide RNA's) द्वारा परिवर्तित (modified) हो जाता है। ये अलग से अनुलेखित होकर 50 से 90 क्षार युग्म युक्त लम्बे होते हैं, इसका 5' सिरा उस अनुक्रम का संपूरक होता है, जिसका संपादन होना है।

5.10 m-RNA स्थायित्व द्‌वारा नियमन (Regulation by mRNA Stability)

प्रोकेरियोटिक mRNA, यूकेरियोटिक की अपेक्षा अल्पजीवी होता है। यूकेरियोटिक mRNA तुलनात्मक रूप से अधिक स्थायी जैसे β-ग्लोबिन (β-globin) mRNA 10 घण्टे से अधिक स्थायी रहता है। कुछ मध्यम जो बृद्धिकारक (growth factor) की तरह कुछ प्रोटीन को कोड करते हैं, उनका जीवन काल 30 मिनिट से भी कम समय का होता है। कई अल्पजीवी mRNA लगभग 50 न्यूक्लियोटाइड युक्त होते हैं, जिनमें 40 अधिकता वाले अनुक्रम (Sequence) संरक्षित रहते हैं।

हिस्टोन mRNA स्थायित्व को कोशिका चक्र के 'S' (संश्लेषित) अवस्था में नियंत्रित किया जाता है। जब संश्लेषण-अवस्था में अधिक मात्रा में DNA संश्लेषित होता है, तो हिस्टोन प्रोटीन की आवश्यकता भी बढ़ जाती है और जब कोशिका चक्र की S-अवस्था पूर्ण हो जाती है, तो m-RNA हिस्टोन का अपघसटन हो जाता है।

5.11 DNA मिथाइलीकरण द्‌वारा नियमन (Regulation by DNA Methylation).

उच्च पादपों तथा जन्तु DNA में, इसके क्षारक के साथ मिथाइल समूह जोड़कर DNA को परिवर्तित कर सकते हैं। साइटोसीन क्षारक को 5' मिथाइल साइटोसीन में एन्जाइम क्रिया के द्‌वारा परिवर्तित कर सकते हैं। यह मिथाइलीकरण प्रक्रिया ही DNA मिथाइलीकरण कहलाती है। जीन अभिव्यक्ति के नियंत्रण में मिथाइलीकरण प्रक्रिया का महत्वपूर्ण योगदान है, निम्न तीन साक्ष्य इसके महत्व को सिद्ध करते हैं -

(1) मिथाइलीकरण निम्न स्तर पर होने से, जीन अभिव्यक्ति उच्च स्तर पर होती है। इसी प्रकार उच्च मिथाइलीकरण होने से जीन अभिव्यक्ति का स्तर घट जाता है।

(2) कुछ उदाहरण में मिथाइलीकरण ऊतकों के लिए विशिष्ट होता है।

(3) एजासाइटीडीन (Azacytidine) एक दवा/औषधि है, जो DNA में मिथाइलीकरण प्रक्रिया को करता है, जिससे जीन अभिव्यक्ति का स्तर बढ़ जाता है। यूकेरियोटिक DNA के 90 प्रतिशत DNA 'का मिथाइलीकरण CG डाइन्यूक्लियोटाइड अनुक्रम में होता है।

यदि प्रमोटर स्थल पर बहुत अधिक मिथाइलीकरण हो, तो अनुलेखन सक्रियक प्रोटीन की बन्धन क्षमता को अवरूद्ध (block) कर जीन अभिव्यक्ति को संदमित किया जा सकता है।

5.12 DNA हाइपोमिथाइलीकरण (DNA Hypomethylation)

'क्रोमेटिन भाग में सक्रिय अनुलेखित जीन्स होते हैं। ये स्थल अतिसंवेदी (hypersensitive) होते हैं, जो नियामक प्रोटीन को बन्धन स्थल प्रदान करते हैं। इन स्थलों पर अनुलेखन कारकों के बन्धन से जीन्स की अभिव्यक्ति आसान हो जाती है। उदाहरण के लिए हीमोग्लोबिन जीन इरिथ्रोइड (erythroid) कोशिका के लिए अति संवेदी होता है, यकृत अथवा मस्तिष्क कोशिका के लिए नहीं।

बोध प्रश्न

1. ओपेरॉन के मुख्य घटक बताइये।

   ....

2. अनुलेखन में दमनकारी प्रोटीन की क्या मुख्य भूमिका है?

   ....

3. Lac ओपेरॉन में कितने संरचनात्मक जीन है और ये जीन किस एन्जाइम को कोड करते हैं?

   ....

5. Trp ओपेरॉन को किस प्रकार नियमित किया जाता है?

   ....

6. जीन बैटरी मॉडल किसने और कब प्रस्तावित किया?

   ....

7. "जीन बैटरी" के मुख्य घटक लिखिए।

   ....

5.13 सारांश (Summary) :

सूक्ष्मजीवी, जीन नियमन की वजह से ही बदलते हुए पर्यावरण में शीघ्र ही अपने आपको अनुकूलित कर लेते हैं। जब कभी जीवाणुओं को तुरन्त किसी जीन उत्पाद (gene product) की आवश्यकता होती है, तो वो जीन (gene) को स्विच ऑन कर लेते हैं। इस प्रकार अपने जीन का नियमन कर ये अपनी ऊर्जा संरक्षित कर लेते है।

जीवाणु में जीन्स एक स्थल पर समूह में उपस्थित होते हुए, एक इकाई के रूप में अनुलेखित होते हैं और पॉलीसिस्ट्रोनिक mRNA (polycistronic mRNA) बनाते हैं। ये समूहित सुपर जीन ओपेरॉन (operon) कहलाते हैं। ओपेरॉन संरचनात्मक जीन, ऑपरेटर जीन, नियामक जीन तथा प्रमोटर जीन का बन होता है। ओपेरॉन, नियमन के आधार पर दो तरह के - प्रेरक (inducible) तथा दमनकारी (repressable) होते हैं। प्रेरक (Inducible) ओपेरॉन में जीन तब तक अभिव्यक्त नहीं होते, जब तक प्रेरित करने के लिए इंड्यूसर (inducer) उपस्थित ना हो, जैसे लैक्टोज, ग्लूकोज। जब ई. कोलाई. जीवाणु को ऐसे माध्यम में रखें, जहाँ केवल लैक्टोज ही कार्बन स्त्रोत हो, तो वो तुरन्त लैक्टोज अपघटनी एन्जाइम का संश्लेषण कर जीन अभिव्यक्ति को नियमित करेगा।

ट्रिप्टोफान नियमन, दमनकारी ओपेरॉन का उदाहरण है। यदि ई. कोलाई. को ट्रिप्टोफान की उपस्थिति में वृद्धि करवाते हैं, तो तुरन्त ट्रिप्टोफान जैव संश्लेषित एन्जाइम प्रक्रिया स्विच ऑफ हो जाती है। जब माध्यम में ट्रिप्टोफान का स्तर घट जाता है तो पुन : इस एन्जाइम के संश्लेषण की प्रक्रिया स्विच ऑन हो जाती है।

डेविडसन तथा ब्रिटन ने यूकेरियोट्स के जीन-नियमन को समझाने के लिए मॉडल प्रस्तावित किया। यूकेरियोट्स में नियामक जीन अलग-अलग गुणसूत्र पर उपस्थित होते हैं। यूकेरियोटिक

नियंत्रण तंत्र बहुत से संवेदी स्थल (Sensor site) तथा समाकलित जीन (integrator gene) का बना होता है। सिग्नल अणु संवेदी स्थल द्वारा पहचाने जाते है, तथा यहाँ से सूचनाओं को समाकलित जीन तक प्रेषित करते हैं। तत्पश्चात् ये जीन RNA अथवा प्रोटीन के रूप में अभिव्यक्त होते हैं। नियंत्रण/नियमन तंत्र की क्रियाविधि समझने के लिए कुछ महत्वपूर्ण यूकेरियोटिक तंत्रों का अध्ययन किया गया। यीस्ट में बहुत से ऐसे जीन होते हैं, जो विभिन्न उपापचयी प्रक्रमों (metabolic pathway) के लिए नियामक प्रोटीन को कोड करते हैं। ये प्रोटीन धनात्मक तथा ऋणात्मक दोनों प्रकार से जीन अभिव्यक्ति को नियमित करते हैं। यीस्ट कोशिका में गैलेक्टोज GAL-4 की अभिव्यक्ति को प्रेरित करता है, जिससे GAL-4 प्रोटीन अलग-अलग गुणसूत्र पर उपस्थित कम से कम तीन एन्जाइम को अभिव्यक्त करने में मदद करता है। GAL-1,7,10 जीन के उत्पाद गैलेक्टाज का उपयोग कर, उस प्रक्रम का अन्तिम उत्पाद ग्लूकोज बनाते हैं।.

न्यूरोस्पोरा में एरोमेटिक अमीनों अम्ल की सान्द्रता को नियमित किया जाता है। जब ऐरोमेटिक अमीनो अम्ल का स्तर उच्च होता है, तो न्यूरोस्पोरा कुछ अपघटनी एन्जाइम (Scavanger enzyme) संश्लेषित करता है, जैसे

क्विनिक अम्ल (quinic acid), यह अतिरिक्त अमीनो अम्ल को अपघटित कर देता है। इस प्रकार अमीनो अम्ल की उच्च सान्द्रता, अपघटनी एन्जाइम के संश्लेषण को प्रेरित करती है। जब क्विनिक अम्ल का अपघटन हो जाता है, तो एन्जाइम से सम्बन्धित जीन भी स्विच ऑफ हो जाते हैं।

DNA मिथाइलीकरण के द्वारा भी जीन अभिव्यक्ति को नियमित करते हैं। यह प्रक्रिया DNA मिथाइलीकरण की मात्रा पर निर्भर करती है, यदि मिथाइलीकरण निम्न स्तर पर होगा, तो जीन अभिव्यक्ति उच्च स्तर पर होगी। इस प्रकार उच्च मिथाइलीकरण जीन अभिव्यक्ति को कम कर देता है। मिथाइलीकरण ऊतक-विशिष्ट होता है तथा एक दवा जो मिथाइलीकरण क्रिया को संदमित करती है, उससे जीन अभिव्यक्ति का स्तर बढ जाता है।

5.14 शब्दावली (Glossary) :

1.	जीन नियमन	Gene Regulation
2.	ओपेरॉन	Operon

5.15 संदर्भ ग्रन्थ (Reference Books) :

1. पी.के गुप्ता - जेनेटिक्स
2. वॉटसन, बेकर, बैल, गैप, लैविन तथा लॉसिक - मॉलीक्यूलर बायलॉजी ऑफ दा जीन
3. एस.महेश - बायोटेक्नोलॉजी - 3

5.16 बोध प्रश्नों के उत्तर

1. संरचनात्मक जीन, प्रचालक जीन एवं प्रवर्धन जीन।
2. प्रचालक जीन के साथ दमनकारी प्रोटीन के जुड़ने पर अनुलेखन रूक जाता है।

3. लैक ओपेरॉन में तीन (S_1, S_2, S_3) संरचनात्मक जीन हैं, जो क्रमशः β-गैलेक्टोसाइडेज, β-गैलेक्टोसाइड परमिएज तथा ट्रांसएसीटाइलेज के कोड करते हैं।
4. ट्रिप्टोफान संश्लेषण।
5. एटेन्यूएशन प्रक्रिया द्वारा
6. 1969 में आर.जे. ब्रिटन तथा ई.एच. डेविडसन ने।
7. प्रोड्यूसर जीन, ग्राही स्थल, समाकलित जीन तथा सैन्सर स्थल।

5.17 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question) :

1. ओपेरॉन मॉडल का विस्तृत वर्णन कीजिए।
2. जीन बैटरी मॉडल की मदद से यूकेरियोट्स में जीन नियमन को स्पष्ट कीजिए।
3. प्रचालक ओपेरॉन तथा दमनकारी ओपेरॉन में अन्तर स्पष्ट कीजिए।
4. ओपेरॉन की संरचना तथा नियमन को चित्र की सहायता से समझाइये।

इकाई - 6

Unit-6

सूक्ष्म जैविकी : परिचय

(Microbiology : Introduction)

इकाई की रूपरेखा

6.0 उद्देश्य

6.1 प्रस्तावना

6.2 सूक्ष्म जैविकी का इतिहास

- 6.2.1 सूक्ष्म जैविकी का उद्गम एवं विकास
- 6.2.2 स्वत: जनन सिद्धान्त
- 6.2.3 रोगों का कीटाणु सिद्धान्त एवं प्रमुख सूक्ष्म जीव वैज्ञानिकों का योगदान
- 6.2.4 बोध प्रश्न

6.3 सूक्ष्म जीवों के सामान्य लक्षण

- 6.3.1 असीम केन्द्रकी एवं ससीमकेन्द्रकीयों की अवधारणा एवं कोशिका संरचना
- 6.3.2 असीम केन्द्रकी एवं ससीम केन्द्रकी कोशिका में भिन्नताएं
- 6.3.3 बोध प्रश्न

6.4 सारांश

6.5 शब्दावली

6.6 संदर्भ ग्रंथ

6.7 बोध प्रश्नों के उत्तर

6.8 अभ्यासार्थ प्रश्न

6.0 उद्देश्य (Objectives)

इस पाठ में सूक्ष्मजैविकी का परिचय तथा उसके उद्‌गम एवं विकास की चर्चा की गई है। इस पाठ को पढ़ने के बाद आप निम्नलिखित बिंदुओं से अवगत हो जाऐंगे:

- सूक्ष्मजीव एवं सूक्ष्म जैविकी क्या है।
- सूक्ष्मजैविकी की कितनी शाखाऐं होती है।
- सूक्ष्मजीवों का महत्व।
- सूक्ष्मजैविकी का इतिहास।
- सूक्ष्मजैविकी के विकास में विभिन्न सूक्ष्मजीव वैज्ञानिकों का योगदान।
- सूक्ष्मजीव कोशिका की संरचना।
- असीम केन्द्रकी एवं ससीम केन्द्रकी कोशिकाओं में अन्तर।

6.1 प्रस्तावना (Introduction)

सूक्ष्म जैविकी (Microbiology) शब्द ग्रीक भाषा के शब्दों, माईक्रोस (micros) = सूक्ष्म (small), बायोस (bios)= जीवन (life)ए एवं लोगोस् (logos) = अध्ययन (study of) से मिल कर बना हैं। विज्ञान की इस शाखा में उन जीवों का अध्ययन किया जाता है जिन्हें देखने के लिये सूक्ष्मदर्शी (microscope) की सहायता लेनी पड़ती हैं। यह जीव 0.01mm से भी छोटे होते है अत: इन्हें नग्न आँखों से नहीं देखा जा सकता है। सूक्ष्म जैविकी के अन्तर्गत, सूक्ष्मजीवों का वितरण, आकार, कोशिका संरचना, प्रकार, जनन, कार्यिकी, वर्गीकरण, पारस्परिक एवं दूसरे जीवों से सम्बन्ध, आर्थिक महत्त्व इत्यादि का अध्ययन किया जाता है।

सूक्ष्मजीव सर्वव्यापी (omnipresent) होते हैं तथा जल, वायु, मृदा, मृत पदार्थ, जीव जन्तुओं, पादपों, कीटों आदि में पाये जाते हैं। ये गरम पानी के स्त्रोतों (hot water geysers), ज्वालामुखी, गहरे पानी, अंटार्कटिका के ठण्डे जल पहाड़ों पर जमी बर्फ, इत्यादि जैसे प्रतिकूल परिस्थितियों वाले स्थानों पर भी पाये जाते हैं। अंतरिक्ष से आने वाले उल्कापिंडो में भी इनके पाये जाने की जानकारी मिली है।

वातावरण में भौतिक व रासायनिक परिवर्तन करने की क्षमता के अध्ययन को सूक्ष्मजैविकी कहा जाता है।

सूक्ष्मजीव वैज्ञानिक ने सूक्ष्मजैविकी को निम्नलिखित शाखाओं में विभक्त किया है -

1. जीवाणु विज्ञान (Bacteriology: जीव विज्ञान की वह शाखा जिसमें जीवाणुओं की संरचना, कार्यिकी, जनन क्रिया और उनके आर्थिक महत्व के बारे में अध्ययन किया जाता है।
2. विषाणु विज्ञान (Virology): विज्ञान की वह शाखा जो विषाणुओं के अध्ययन अर्थात, संरचना, संघटन, प्रजनन, संचरण इत्यादि से संबंधित है।
3. कवक विज्ञान (Mycology) इसमें कवकों का अध्ययन किया जाता है।
4. शैवाल विज्ञान (phycology) इसमें शैवालों का अध्ययन किया जाता है।
5. आदिजन्तु विज्ञान (Protozoology) जीव विज्ञान की यह शाखा एक कोशिकीय प्रोटोजोआ से संबंधित है।

सूक्ष्मजैविकी के अनेक उपयोगी पहलुओं (applied aspects) के आधार पर भी इसे अलग-अलग शाखाओं जैसे कि औषधीय सूक्ष्मजैविकी (Medical microbiology), जलीय सूक्ष्मजैविकी (Aquatic microbiology), जल तथा सीवेज सूक्ष्मजैविकी (Microbiology of water and sewage), वायु सूक्ष्मजैविकी (Microbiology of air,), दुग्ध सूक्ष्मजैविकी (Dairy Microbiology), खाद्य सूक्ष्मजैविकी (Food Microbiology) मृदा सूक्ष्मजैविकी (Soil microbiology), औद्योगिक सूक्ष्मजैविकी (industrial microbiology) कीट सूक्ष्मजैविकी (Microbiology of insects), अंतरिक्ष सूक्ष्मजैविकी (Space microbiology) इत्यादि में बाँटा गया है।

सूक्ष्मजीव, विशेषकर जीवाणुओं का हमारे जीवन में बहुत महत्व है। रोग कारक होने के अलावा सूक्ष्म जीवों से हमें बहुत सारी उपयोगी वस्तुऐं मिलती हैं जैसे कि खाद्य पदार्थ ब्रेड,

चीज, योगर्ट, मशरूम, वाइन, बीयर, साँस, विलायक (Solvents) मीथेन, हाइड्रोजन, ब्यूटेनॉल, मीथेनोल जैव ईंधन (biofuels) एथेनॉल, मीथेन, हाइड्रोजन, रूपान्तरित जीव सूक्ष्मजीव जैसे कि जीवाणु, विषाणु इत्यादि के न्यूक्लिक अम्ल एवं प्लाज्मिड का उपयोग पादप एवं जन्तु कोशिकाओं में जीन स्थानान्तरण एवं रूपान्तरण करने में किया जाता है। रूपान्तरित जीवाणु एवं अन्य कोशिकाओं का उपयोग मनचाहे उत्पाद जैसे कि किण्वक (enzymes), प्रोटीन्स, हारमोन्स इत्यादि को बनाने में किया जाता है एवं इनसे औषधीय (pharmaceuticals): प्रतिजैविक, जैवरसायन, प्रोटीन इत्यादि प्राप्त होते हैं।

विभिन्न तत्वों का जैव भू-रासायनिक चक्र (bio-geo chemical cycling) सूक्ष्मजैविकीय प्रक्रियाओं द्वारा सम्पन्न होता है। सूक्ष्मजीव जैविक एवं रासायनिक पदार्थो का उपघटन कर वातावरण में प्रदूषण को कम करते हैं एवं प्रदूषण नियन्त्रण में सहायक होते हैं। अत्यधिक विशिष्टीकृत सूक्ष्मजीव प्रतिकूल परिस्थितियों में वृद्धि करने योग्य होते हैं अत: निम्न स्तर के सल्फाइड कच्ची धातु से सोने व क्षार धातुओं के जीव निष्कर्षण (biomining) में भी जीवाणुओं का उपयोग किया जाता है।

6.2 सूक्ष्मजैविकी का इतिहास (History of Microbiology)

6.2.1 सूक्ष्म जैविकी का उदगम् एवं विकास (Origin and Development of Microbiology)

पुरातन काल से मानव सूक्ष्म जीवों का उपयोग विभिन्न खाद्‌य पदार्थो जैसे कि दही, डबलरोटी, मदिरा इत्यादि के निर्माण में करते आये हैं। इस काल में उन्हें यह जानकारी तो थी कि खाद्‌य पदार्थ लम्बे समय तक ताजा नहीं रहते हैं और मनुष्यों, जन्तुओं एवं पादपों में रोग होते हैं, किन्तु वे इनका कारण नहीं जानते थे। लम्बे समय तक रोगों को दैवीय प्रकोप माना जाता था। 98-55 BC में ल्युक्रेटियस् (Lucretius) एवं 1478-1553 AD में फ्रैकोस्टोरो (Fracostoro) नामक दार्शनिक ने प्रथम बार किसी अदृश्य जीव को रोग का कारण बताया। सोलहवीं शताब्दी में जब सूक्ष्मदर्शी की खोज हुई तब जाकर सूक्ष्मजीवों के बारे में पता चला और सूक्ष्म जैविकी की नींव पड़ी। सूक्ष्म जैविकी के इतिहास को विभिन्न कालों में विभक्त किया जा सकता है। ये काल है

1. खोजकाल (Discovery Period) जिसमें सूक्ष्मजीवों की खोज हुई।
2. परिवर्तन काल (Transition Period) जिसमें स्वत: जनन सिद्धान्त (Spontaneous generation theory) विफल हुआ एवं रोगों के कीटाणु सिद्धान्त का विस्तार हुआ।
3. सूक्ष्मजैविकी का स्वर्णिम काल (Golden age of Microbiology) जिसमें सूक्ष्मजीवों का विस्तृत अध्ययन किया गया और सूक्ष्मजैविकी का पूर्ण विकास हुआ। इस काल की उपलब्धियाँ ही आज की सूक्ष्म जैविकी का आधार हैं।

खोजकाल (Discovery Period) में कई तरह की खोजे हुई परन्तु इस काल की सबसे महत्वपूर्ण घटना थी ल्युवेनहॉक (Leeuwenhoeck) द्वारा सूक्ष्मजीवों की खोज। ल्युवेनहॉक का पूरा नाम एन्टोन वॉन ल्ययुवेनहॉक (Anton von Leeuwen hoeck) था। वे

डेल्फ़ट्, हॉलैण्ड (Delft, Holland) के निवासी थे और कपड़ों का व्यापार करते थे। अपने खाली समय में वे काँच को घिस कर लैंस बनाते थे और उनकी सहायता से कपड़े के रेशों का अध्ययन करते थे। अपने द्वारा बनाये गये लैंस से उन्होंने सरल सूक्ष्मदर्शी की संरचना करी। अपने जीवन काल में उन्होंने लगभग 400 सूक्ष्मदर्शी बनाये जिनकी आवर्धन क्षमता 200-300 गुना थी। यह एक सरल, 3-4 ईंच लम्बा उपकरण था और इसकी सहायता से उन्होंने लार (saliva), शारीरिक रसों (body fluids), शुक्राणु (sperm), तालाब का गन्दा पानी, दाँतों पर चढ़ी परत (dental plaque) आदि का अध्ययन किया। उन्होंने पदार्थो में छोटे सूक्ष्म जीवों को देखा और उन्हें एनीमलक्यूल्स (Animalcules) का नाम दिया। उन्होंने इन जीवों के वास्तविक चित्रण एवं वर्णन का विवरण भी लिखा। यह सूचना उन्होंने उन्नीस पत्रों में लिख कर, इन पत्रों को लन्दन की रीयल सोसाईटी (Royal Society of London) को भेजा जिन्हें प्रोसिडिंग्स ऑफ द रीयल सोसायटी (Proceeding of the Royal Society) में प्रकाशित किया गया। इस प्रकार ल्यूवेनहॉक ने सर्वप्रथम सूक्ष्मजीवों की खोज की और उनके इस योगदान के कारण उन्हें सूक्ष्मजैविकी का जनक (Father of Microbiology) कहा जाता है।

6.2.2 स्वत: जनन सिद्धान्त v/s जीवात् जनन (Spontaneous Generation v/s Biogenesis)

प्राचीन काल में लोग "आजीवात जनन" या "स्वत: जनन सिद्धान्त" (Theory of Spontaneous) में विश्वास करते थे। ल्यूवेनहॉक द्वारा प्रकृति में असंख्य सूक्ष्मजीवों की उपस्थिति दर्शाने के बाद वैज्ञानिकों में मतभेद शुरू हो गया। इस काल में यह धारणा थी कि जीव स्वत: पैदा होते हैं।

रेडी (Reddi) ने 1688 में सर्वप्रथम स्वत: जनन सिद्धान्त को चुनौती दी। उन्होंने माँस के टुकड़ों को उबाल कर उन्हें एक बन्द मुँह के डब्बे में रख दिया। इन टुकड़ों पर कृमि (maggots) उत्पन्न नहीं हुये। इस प्रकार से अपने इस प्रयोग से उन्होंने सिद्ध किया कि जीवों की उत्पत्ति स्वत: नहीं होती है, वरन् माँस के टुकड़ों पर पैदा होने वाले कृमि वास्तव में मक्खियों द्वारा दिये गये अंडों से पैदा होते हैं। ढक्कन बन्द होने से मक्खियाँ माँस के टुकड़ों तक नहीं पहुँच पाती है और इस कारण कृमि उत्पन्न नहीं होते।

स्वत: जनन सिद्धान्त के पक्ष में नीढ़म (Needham, 1745) ने भी एक प्रयोग किया उन्होंने उबले हुये माँस को एक काँच के बर्तन में रख कर उस बर्तन के मुख को पतले कपड़े द्वारा ढक दिया। इसके उपरान्त भी जब माँस में कृमि (maggots) उत्पन्न हो गये तो उन्होंने यह पुन: दोहराया कि कृमि स्वत: ही पैदा हुए हैं। इस प्रकार उन्होंने पुन: स्वत: जनन सिद्धान्त में लोगों का विश्वास फिर से जगाया।

स्पेलेन्जानी (Spallanzani, 1799) जो एक इटालियन पुजारी व प्रोफेसर थे, ने पोषक द्रव को फ्लास्क में रख कर फ्लास्क को सील कर दिया और फिर उसे पोषक द्रव्य को उबाला, फिर ठण्डा होने पर उन्होंने फ्लास्क की सील खोल दी। उन्होंने देखा कि फ्लास्क की सील खोल देने पर भी ठण्डे पोषक द्रव में कृमि उत्पन्न नहीं हुए अत: उन्होंने यह निष्कर्ष निकाला कि

सूक्ष्मजीव स्वत: उत्पन्न नहीं होते हैं। ये वायु में उपस्थित होते हैं तथा पोषक द्रव में सूक्ष्मजीवों की वृद्धि हेतु बाह्य वायु की आवश्यकता होती है। इस तरह स्वत: जनन सिद्धान्त को विफल करने में यह पहला ठोस प्रयोग था।

टिंडल (Tyndall, 1820-1893) ने सिद्ध किया कि मृदा में भी कीटाणु होते हैं। उन्होंने तापरोधी (temperature residant) जीवाणुओं के अस्तित्व के बारे में भी प्रमाण दिये। जर्मन वनस्पतिज्ञ कुहन (Cohn, 1828-1898) ने मृदा में जीवाण्वीय अन्त: बीजाणुओं (endospore) की उपस्थिति को प्रदर्शित किया।

स्वत: जनन सिद्धान्त को पूर्णतया विफल करने का श्रेय पाश्चर (Pasteur) को दिया जाता है एवं इस काल को परिवर्तन काल (transitional period) कहा जाता है।

6.2.3 रोगों का कीटाणु सिद्धान्त एवं प्रमुख सूक्ष्मजीव वैज्ञानिकों का योगदान (Gem Theory of Disease and Contribution of Important Microbiologist)

पाश्चर (Pasteur,1859) ने स्वत: जनन के विरोध में तथा जीवातजनन (Biogenesis) को सिद्ध करने के लिए अनेक प्रयोग किए। उन्होंने एक खास तरह का फ्लास्क बनाया जिसका ऊपरी सिरा हंस की गर्दन की तरह 'S' के आकार में मुड़ा हुआ था। इस हँस-कंठ (swan-neck) फ्लास्क में पाश्चर ने माँस के टुकड़ों तथा पोषक घोल को उबालकर और ठंडा किया। इस फ्लास्क में हवा तो प्रवेश कर सकती थी परन्तु सूक्ष्म जीव घुमावदार गर्दन में अटकने के कारण माँस के टुकड़ों तक नहीं पहुँच पाते थे। अत: पोषक द्रव में कृमि उत्पन्न नहीं हो पाये। फिर उन्होंने फ्लास्क को इस तरह हिलाया कि कुछ पोषक द्रव घुमावदार गर्दन में जाकर पुन: फ्लास्क के आधार पर आया। इसके उपरान्त पोषक द्रव में पुन: कृमि उत्पन्न हो गये। (कारण सूक्ष्मजीवाणु जो धूलकणों व वायु द्वारा फ्लास्क में प्रवेश कर गये थे, वे फ्लास्क की गर्दन में एकत्रित हो गए। फ्लास्क को हिलाने पर वे पोषक द्रव में घुल गए और कृमि पुर्नउत्पन्न हो गये) इस प्रकार पाश्चर ने अपने प्रयोगों से यह सिद्ध किया कि जीवों की उत्पत्ति जीवों से ही होती है।

पाश्चर के प्रयोगों ने स्वत: जनन सिद्धान्त को विफल कर दिया और यही से सूक्ष्मजैविकी के स्वर्णिम युग (Golden Age of Microbiology) की शुरूआत हुई। पाश्चर का पूरा नाम लुईस पाश्चर (Louis Pasteur) था उनका जन्म फ्रांस के डोल (Dole) कस्बे में 1882 में हुआ था। वे भौतिक एवं रसायन विज्ञानी थे। अपने शुरूआती दौर में उन्होंने क्रिस्टल संरचना का अध्ययन किया। 1856 में उनका रूझान किण्वन (fermentation) द्वारा एल्कोहल (alcohol) बनाने में हुआ और यहीं से सूक्ष्मजैविकी में उनकी रूचि उत्पन्न हुई। उन्होंने सूक्ष्मजीव विज्ञान के विकास में बहुत महत्त्वपूर्ण योगदान किया। उन्होंने यह सिद्ध किया कि सूक्ष्मजीव मृतजीवों एवं पादपों का अपघटन करते हैं। पाश्चर ने सर्वप्रथम यह सुझाव दिया कि मनुष्यों, जन्तुओं एवं पादपों में होने वाले रोग सूक्ष्मजीवों से होते हैं। इस तरह उन्होंने रोगों के रोगाणु या कीटाणु सिद्धान्त की नींव रखी। इसके अलावा उन्होंने यह भी सिद्ध किया कि, किण्वन एक जैविक प्रक्रिया है जो कि यीस्ट (Yeast) एवं अन्य जीवाणुओं और फलों के रस में

पाई जाने वाली शर्करा के बीच जैव रासायनिक क्रिया के कारण होता है। पाश्चर ने सर्वप्रथम यह दर्शाया कि जीवाणु वायवीय (aerobic) या अवायवीय (anaerobic) दोनों अवस्थाओं में पाये जाते हैं। उन्होंने एंथ्रेक्स (anthrax) और रेबीज (rabies) से बचने के लिये टीकों (vaccines) का भी विकास किया। उन्होंने यह सिद्ध किया कि मदिरा (wine) के खट्टे होने का कारण किण्वन (fermentation) था और जिसका कारण दण्ड रूपी (rod shaped) जीवाणु थे। उन्होंने मदिरा के संदूषण (contamination) को रोकने के लिये पाश्चरीकरण (pasteurization) की प्रणाली विकसित करी। उन्होंने रेशम के कीड़ों में होने वाले रोग के रोगकारक की भी खोज करी।

सूक्ष्मजीव रोगों का कारण होते हैं इस सिद्धान्त को बैस्सी एवं बर्कली (Bassi, 1835 Berkley,1845) के कार्यो द्वारा बल मिला। इन्होंने यह सिद्ध किया कि सिल्कवर्म रोग और आलू का अंगमारी (potato blight) रोग कवक द्वारा संक्रमण के कारण उत्पन्न होते हैं।

इगनाज सेमलवाईस (Ignaz Semmelweiss,1857) सबसे पहले व्यक्ति थे जिन्होंने बताया, कि शिशुपंलग बुखार (childbed fever) जिसमें जन्म के समय स्वस्थ होने पर भी नवजात शिशु जीवित नहीं रहते थे। स्ट्रेप्टोकोकस पायोजीन्स (streptococcus pyogenes) के संक्रमण द्वारा होता है। उन्होंने यह देखा कि ज्यादातर चिकित्सक मुर्दाघर में रखे मृत मानव शरीर की ऑटोप्सी (autopsy) करने के बाद बिना हाथ धोये प्रसूति वार्ड में जाकर अपना काम शुरू कर देते थे। इस प्रकार उनके हाथों में लगे संक्रमणकारी जीवाणु नवजात शिशु में पहुँच जाते थे। अत: इस जीवाणु का संवहन सीधा चिकित्सक से मरीज में होता था। सन् 1796 में कॉख (koch) ने रोग का कीटाणु सिद्धान्त (Germ theory of disease) दिया जिसके अनुसार "सूक्ष्मजीव (कीटाणु) रोग का कारण होते हैं तथा विशेष प्रकार के सूक्ष्मजीव विशेष रोगों का कारण होते हैं।"

रॉबर्ट कॉख (Robert koch) सबसे पहले वैज्ञानिक थे जिन्होने मवेशीयो में एन्थ्रेक्स (Anthrax) के रोगकारक बेसिलस एनथ्राकिस (Bacillus anthracis) की खोज की। उन्होंने देखा कि संक्रमित जन्तुओं के सभी रक्त के नमूनों में एक ही प्रकार के सूक्ष्मजीव उपस्थित थे। उन्होंने इन सूक्ष्मजीवों को पृथक्करण (isolation) व संर्वधन (culture) किया। फिर उन्होंने स्वस्थ मवेशियों में सवंर्धित जीवाणुओं का संरोपण (inoculation) किया। ये सभी मवेशी एन्थ्रैक्स रोग से ग्रसित हो गये तथा इनके रक्त के नमूनों में भी सवंर्धित सूक्ष्मजीवों के समान ही सूक्ष्मजीवों को पाया गया। इस प्रकार कॉख ने यह सिद्ध किया कि बेसिलस एंथ्राकिस (Bacillus anthracis) जीवाणु ही एन्थ्रैक्स रोग का कारक है।

कॉख (Koch) ने रोगाणुओं की विशिष्ट अभिरंजन विधि से प्रक्रिया करने की क्षमता का उपयोग किया। साथ ही उन्होंने गो माँस के निष्कर्ष (beef extraxct) पेप्टोन (peptone) आदि से विशिष्ट पोषक माध्यम (nutrient medium) का विकास किया जीवाणुओं का संवर्धन आसानी से किया जा सकता था। कॉच ने 1882 में ट्यूबरक्यूलोसिस (tuberculosis) के जीवाणु माइकोप्लाज्मा ट्यूबरक्यूलोसिस (Mycoblasma tuberculosis) का पृथक्करण किया।

1905 में ट्यूबक्यूलोसिस पर अपने कार्य हेतु उन्हें नोबल पुरस्कार प्रदान किया। कॉच ने रोग कारकों की पहचान हेतु वैज्ञानिक विधियों या नियमों (1884) का विकास किया। इन्हें कॉच के स्वयं सिद्ध प्रमाण (Koch's Postulates) कहा जाता है जिनके अनुसार

1. प्रत्येक रोगग्रस्त व्यक्ति में रोगजनक उपस्थित होना चाहिए।
2. इस रोगजनक का पृथक्करण (isolation) कर इसका शुद्ध संवर्धन (culture) संभव होना चाहिए।
3. रोगाणु के इस शुद्ध संवर्ध (pure culture) का ग्रहणशील (susceptible) एवं स्वस्थ परपोषी में संरोपण (inoculation) करने पर पुन: उसी रोग के लक्षण उत्पन्न हो जाने चाहिए।
4. इस संरोपित रोगाणु से रोगित हुये जीव से पुन: उन्हीं रोगाणुओं का पृथक्करण होना चाहिए।

पाश्चर एवं कॉच की खोजों के उपरान्त प्रतिरक्षा विज्ञान (Immunology) का विकास एवं प्रतिजैविकों (antibiotics) की खोज को उस सदी की सबसे महत्वपूर्ण खोज कहा जा सकता है।

प्रतिरक्षा विज्ञान में सबसे प्रथम योगदान मेश्निकॉफ (Metchnikoff) नामक रूसी वैज्ञानिक का था। यह खोज एक इत्तफाकन खोज थी।

मेश्निकॉफ ने 1881 में आत्महत्या करने के इरादे से अपने शरीर में बोरेलिया (Borellia) के प्रभेद (culture) से भरी सुई चुभाई। इस जीवाणु के संक्रमण से वह गंभीर रूप से रोग ग्रसित तो हो गये परन्तु मृत्यु होने की जगह वह कुछ दिनों बाद स्वस्थ हो गए और उन्हें अपने आप में एक नई स्फूर्ति का आभास हुआ। इससे उन्होंने दो निष्कर्ष निकाले (i) शरीर में रोगाणुओं का संचरण रक्त द्वारा होता है (ii) शरीर में रोगाणुओं का प्रतिरोध करने की क्षमता होती है। मेश्निकॉफ ने 1882 में प्रतिरक्षा के कोशिकीय अथवा भक्षकाणुवाद (Cellular or Phagocytic theory of Immunity) को प्रतिपादित किया। उन्होंने यह सिद्ध किया कि श्वेत रक्तकण (WBC) जिगर कोशिकाऐं (liver cells) एवं अस्थि मज्जा (bone narrow) एक प्रतिरोधी तंत्र के रूप में काम करती है। मेश्निकॉफ को प्रतिरक्षाविज्ञान की प्रगति में योगदान हेतु 1908 में नोबल पुरस्कार से सम्मानित किया गया।

इहरलिच (Ehrlich) का जन्म 1854 में जर्मनी में हुआ तथा वे एक रसानशास्त्री थे। उन्होंने एनिलीन रंजक (aniline stain) का आविष्कार किया परंतु प्रतिरक्षाविज्ञान (immunology) एवं रसों (chemotherapy) के क्षेत्र में भी उन्होंने कई महत्त्वपूर्ण खोजें की। उनके अनुसार प्राणियों के रक्त में सूक्ष्म जीवों से रक्षा हेतु विशिष्ट प्रोटीन उत्पन्न होते हैं यह प्रोटीन एन्टीबोडी (antibody) कहलाते हैं और विशिष्ट शरीर में रोगों के विरूद्ध प्रतिरक्षा उत्पन्न करते हैं। उनका मानना था कि आर्सेनिक (arsenic) के कार्बनिक यौगिकों का उपयोग जीवाणुरोधी (antimicrobial) के रूप में किया जा सकता है। इस आधार पर उन्होंने आवश्यक सिफलिस (syphilis) रोग के विरूद्ध यौगिक (compound 606) बनाया जो रोगी को नुकसान पहुँचाये बिना उसे स्वस्थ कर सका। उनकी इस खोज ने रसोचिकित्सा (chemotherapy) की शुरूआत की। यह चिकित्सा क्षेत्र में बड़ी महत्वपूर्ण उपलब्धि थी जिसके लिए इहरलिच को 1908 में नोबल पुरस्कार से सम्मानित किया गया।

फ्लेमिंग (Flemming) का जन्म 1881 में स्कॉटलैण्ड में हुआ था। उन्होंने पेनिसिलिन प्रतिजैविक (antibiotic) की खोज की, जिसे चिकित्सा जगत की सबसे बड़ी खोज माना जाता है। 1920 में पलेमिंग ने अण्डे में उपस्थित लाइसोजाइम (lysozyme) की खोज की जो जीवाणुओं का संलयन (lysis) कर सकता था। उन्होंने स्टेफफाईलोकस (staphylococous aureus) के संर्वधन के दौरान देखा कि संवर्धन में फफूँद (fungus) के द्वारा संदूषण (contamination) हो रहा है और इस फफूँद के चारों तरफ जीवाणु वृद्धि नहीं कर पा रहे हैं। उन्होंने इस फफूँद का संवर्धन किया और उसकी पहचान पेनिसिलियम् नोटेटम् (Penicillium notatum) के रूप में की। इस बात से उन्होंने अंदाजा लगाया कि फफूंद किसी वृद्धि रोधक (growth inhibitory) रसायन का बहिस्त्राव करती हैं जो जीवाणुओं कि वृद्धि को रोक देता है। उन्होंने इस पदार्थ को प्रतिजैविक (antibiotic) का नाम दिया और क्योंकि यह पेनिसिलयम से पृथक किया गया था, उसे पेनिसिलिन (penicillin) कहा। पेनिसिलिन को कोशिकाओं से संग्रहित (secreted) कोशिका के अग्रहित सार (crude extract) का उपयोग विभिन्न जीवाणुओं जैसे कि स्टेफाइलोकोकस (Staphylococcus) आदि को नष्ट करने के लिए किया गया। 1928 से 1940 तक फ्लेमिंग चेन व फ्लोरी (Fleming, Chain and Flory) ने अनेक रोगाणुओं के प्रति पेनिसिलिन की निरोधी क्षमता का अध्ययन किया तथा 1944 में पहली बार सेप्टीसीमिया (septicemia) रोग के उपचार हेतु इसका उपयोग किया गया। 1945 में फ्लेमिंग को चेन एवं फ्लोरी के साथ उनकी इस अभूतपूर्व खोज के लिए नोबल पुरस्कार से सम्मानित किया गया।

वॉक्समैन (Walksman) का भी प्रतिजैविकों की खोज में महत्वपूर्ण योगदान रहा। उन्होंने जब विभिन्न प्रकार की मृदा परिच्छेदिकाओं (soil profiles) से जीवाणु वियुक्त (isolate) कर उनका संवर्धन किया तो उन्हें एक्टिनोमाइसिटीस् (Actinomycetes) नामक एक तन्तुमय फफूंद दिखाई दी। इसे बाद में जीवाणु का दर्जा दिया गया। 1940 में इस जीवाणु से वाक्समैन ने एक्टिनोमाइसीन (actinomycin) नामक प्रतिजैविक का पृथक्करण किया। इसके अलावा उन्होंने लगभग 20 और प्रतिजैविकों (antibiotics) जैसे स्ट्रेप्टोमाइसीन (streptomycin), नीओमाइसिन (neomycin) इत्यादि की खोज की। उन्होंने रूटजर्स विश्वविद्यालय में सूक्ष्मजीवविज्ञान संस्थान (Institute of Microbiology) की स्थापना की। स्ट्रेप्टोमाइसिन की खोज हेतु उन्हें सन् 1952 में नोबेल पुरस्कार प्रदान किया गया।

6.2.4 बोध प्रश्न

1. सूक्ष्मजीव कहाँ पाये जाते है?
2. सूक्ष्मजैविकी की खोज का श्रेय किसे दिया जाता है?
3. सूक्ष्मजैविकी के इतिहास को कितने कालों में विभाजित किया जाता है?
4. खोजकाल की सबसे महत्वपूर्ण घटना क्या थी?
5. स्वतसिद्धान्त क्या है जनन के :?
6. रोग का रोगाणु सिद्धान्त क्या है?

7. स्वतजनन के सिद्धान्त को विफल का श्रेय किसे दिया जाता है :।
8. पाश्चरीकरण क्या है?
9. रॉबर्ट कोख ने किस रोग के कारक की खोज की एवं उस रोग कारक का क्या नाम था?
10. प्रतिजैविक क्या है एवं इनकी खोज किसने की?

6.3 सूक्ष्मजीवों के सामान्य लक्षण (General characters of microbes)

6.3.1 कोशिका के प्रकार एवं असीम और ससीम केन्द्रकीयों की अवधारणा एवं कोशिका संरचना (Types of Cells, Concept and Structure of Prokaryote and Eukaryote)

पादप, जन्तु, मनुष्य आदि सभी जीवों का शरीर कोशिकाओं का बना होता है। रॉबर्ट हुक (Robert Hooke), सबसे पहले व्यक्ति थे जिन्होंने कॉर्क के टुकड़ों में अपने अध्ययन के आधार पर कोशिकाओं को वर्णित किया। उनके वर्णन के आधार पर श्लाइडन एवं श्वान (Schilden & Schwann) द्वारा 1838-1839 में कोशिका सिद्धान्त (cell theory प्रस्तुत किया। इस सिद्धान्त के अनुसार

1. सभी जीव जन्तुओं का शरीर कोशिकाओं से बना होता है।
2. कोशिका सभी जीवों की आधारभूत संरचनात्मक इकाई है।
3. सभी कोशिकाओं का निर्माण पूर्ववर्ती कोशिकाओं के द्वारा होता है। (Omnis cellulae cellulae : Rudolf Virchow, 1855)

कोशिकाऐं मुख्य रूप से दो प्रकार की होती हैं :-

1. **असीम केन्द्रकी (Prokaryotic)** : इस प्रकार की कोशिकाओं में आन्तरिक झिल्लीबद्ध संरचनाएँ अनुपस्थित होती हैं। इनमें सुस्पष्ट केन्द्रक (well defined nucleus) का अभाव होता है अर्थात् इनमें आनुवांशिकी पदार्थ केन्द्रक कला द्वारा बद्ध नहीं होता है तथा साथ ही इसमें झिल्लीबद्ध कोशिकांगों का भी अभाव होता है। इनमें डी. एन.ए. का सिर्फ एक सर्पिलाकार द्विरज्जुकीय तन्तु पाया जाता है। कोशिका हमेशा अगुणित (haploid) होती है। इस प्रकार की कोशिकाओं में समसूत्री एवं अर्धसूत्री (mitosis and meiosis) नहीं पाया जाता है। राइबोसोम 70S प्रकार के होते हैं तथा इनमें आकारिकीय रूप से बहुत कम विभेदन पाया जाता है। इन कोशिकाओं के चारों तरफ पेप्टाइडोग्लाइकेन (peptidoglycan) से बनी कोशिका भित्ति पाई जाती है। उन सभी जीवों को जिनमें झिल्ली बद्ध केन्द्रक का एवं कोशिकागो का अभाव होता है, असीमकेन्द्रकी कहा जाता है इन्हें जगत मोनेरा (Kingdom Monera) में सम्मिलित किया गया है। आर्कीया (Archaea), जीवाणु (Bacteria) एवं नीलहरित जीवाणु (Cyanobacteria) असीम केन्द्रकी जीव है।

2. **ससीम केन्द्रकी (Eukaryotic) :** इस प्रकार की कोशिकाओं में इकाई झिल्लीबद्ध (unit membrane bound) कोशिकांग एवं द्विझिल्लीबद्ध सत्य केन्द्रक (true nucleus) उपस्थित होते हैं। इनका डी.एन.ए. द्विरज्जूकी, सर्पिल एवं रेखीय (double stranded, helical and linear)

होता है, एवं गुणसूत्र (Chromosome) के रूप में व्यवस्थित होता है। गुणसूत्रों की संख्या दो व दो से अधिक होती हैं एवं कायिक कोशिका सामान्यत: द्विगुणित (Diploid) होती है। प्रोटिस्ट कवक, शैवाल, पादप, जन्तु एवं मानव कोशिकाएँ ससीम केन्द्रकी होती हैं। यह सभी जीव स्थूलदर्शी एवं बहुकोशिकिय (multicelluler) होते हैं। लेकिन प्रोटोजोअन और चलबीजाणु (motile spores) इसके अपवाद हैं जो कि गतिशील व एक कोशिकीय होते हैं। इन कोशिकाओं में समसूत्री एवं अर्द्धसूत्री विभाजन पाया जाता है।

6.3 असीम एवं ससीम केन्द्रकीय कोशिकाओं में भिन्नता (Differences between prokaryotic and eukaryotic cells)

असीम एवं ससीम केन्द्रकीय कोशिकाओं में अनेकों विभिन्नताएं पाई जाती हैं जिनका विस्तृत विवरण तालिका-1 में दिया गया है :-

तालिका -1

(Table)

लक्षण	**असीम केंद्रकी**	**असीम केन्द्रकी**
जीव समूह (Group) जिनमें पायी जाती है।	जीवाणु सायनोबैक्टिरिया एवं आर्या	कवक, शैवाल, प्रोटोजोआ, पादप अरि जन्तु
आकार (Size)	1-2 $\times$1-4 μm या कम	5μm से अधिक
कोशिका भित्ति (Cell wall)	पेप्टाइडोग्लाइकन की बनी होती है।	शैवालों व पादपों में सेल्यूलोज की बनी होती है। कवकों मे कवक सेल्यूलोज व काइटिन की तथा प्रोटोजोअन्स व जन्तुओं में अनुपस्थित होती है।
परासरण नियंत्रण (Osmotic regulation)	कोशिका भित्ति यांत्रिक शक्ति युक्त होती है जो कि कोशिकाद्रव्य के स्फीत दाब के संतुलन हेतु आवश्यक है।	परासरण (vacuole) रिक्तिका द्वारा नियन्त्रित होता है।
प्लाज्मा झिल्ली (plasma membrane)	माइकोप्लाज्मा (Mycoplasma) के अलावा प्लाज्मा झिल्ली में स्टीरॉल नहीं पाया जाता	स्टीरॉल उपस्थित होता है।
	वसीय अम्ल संतृप्त(Saturated) या असंतृप्त (unsaturated) होते है परन्तु सायनोबैक्टिरिया बहु संतृप्त	सभी लिपिड बहुअसंतृप्त होते हैं अर्थात एक से ज्यादा द्विबंध युक्त होते हैं।

	(polyunsturated) वसीय अम्लों का निर्माण करने में सक्षम होते हैं।	
	अन्तरझिल्लीबद्ध संरचनाएँ प्लाज्मा झिल्ली से जुड़ी नहीं होती हैं।	अन्तरझिल्ली का जटिल जाल प्लाज्मा झिल्ली से जुड़ा होता है।
	प्लाज्मा झिल्ली के अलावा और कोई झिल्ली नहीं पाई जाती है।	कोशिकांग भी इकाई झिल्ली द्वारा आवरित होते हैं।
	प्लाज्मा झिल्ली अर्न्तवलित होकर मीजोसोम (mesosome) का निर्माण करती है।	मीजोसोम्स अनुपस्थित होते हैं परन्तु जन्तु कोशिकाओं में ये अर्न्तवलित होकर अंगुलीनुमा सूक्ष्मकार(microvilli)का निर्माण करते हैं।
श्वसन इलैक्ट्रॉन परिवहन तंत्र (Respiratory ETS)	प्लाज्मा झिल्ली पर पाया जाता है।	माइटोकोन्ड्रिया की आन्तरिक झिल्ली पर उपस्थित होता है।
प्रकाश संश्लेषी इलैक्ट्रॉन परिवहन तंत्र एवं वर्णक (Photo synthetic electron transport system and pigment)	कोशिका झिल्ली पर उपस्थित होता है। साइनोबैक्टीरिया में झिल्लीबद्ध पुटिका (Vesicles) वर्णकों युक्त होती है।	प्रकाश संश्लेषी वर्णक और इलैक्ट्रॉन परिवहन तंत्र हरितलवक की झिल्ली में उपस्थित होता है।
कोशिका द्रव्य (Cytoplasm)	राइबोसोम्स की उपस्थिति के कारण कणिकीय होता है, तन्तुमय कोशिकीय कंकाल अनुपस्थित होता है।	तनुवत्, तन्तुमय कोशिकीय कंकाल (cytoskeleton)उपस्थित होता है।
कोशिकाद्रव्यी प्रवाह (Cytoplasmic streaming)	अनुपस्थित	उपस्थित
राइबोसोम्स (Ribosome)	70S, कोशिकाद्रव्य में स्वतन्त्र रूप से वितरित	80,S अन्त: प्रर्दव्यी जालिका से सम्बद्ध। माइटोकॉन्द्रिया व हरितलवक में 70,S प्रकार के।
माइटोकॉण्ड्रिया (Mitrocondria)	अनुपस्थित	उपस्थित
हरितलवक(chloroplast)	अनुपस्थित	पादप कोशिका में उपस्थित तथा कवक, प्रोटोजोआ व जन्तु कोशिका में अनुपस्थित
गॉल्लीकाय(Golgicomplex)	अनुपस्थित	उपस्थित

लइसोसोम (Lysosome)	अनुपस्थित	उपस्थित
अन्त:प्रद्रव्यी जालिका (Endoplasmic recticulum)	अनुपस्थित	उपस्थित
परॉक्सीसोम (Peroxisome)	अनुपस्थित	उपस्थित
तारककाय (Centriole)	अनुपस्थित	उपस्थित
केन्द्रिका (Nucleolus)	अनुपस्थित	उपस्थित
सत्य रिक्तिकाएँ (Truevacuoles)	अनुपस्थित	उपस्थित
गैस पुटिकाएँ(Gasvacuoles)व कार्बोक्सीसोम (Carboxysome)	उपस्थित	अनुपस्थित
कशाभिका (Flagella)	फ्लैजिलिन प्रोटीन की बनी होती है। फ्लैजिलिन उप-इकाईयाँ केन्द्र के चारो ओर सर्पिलाकर रूप से वलय के रूप मेंव्यवस्थित होती है।	टयुबूलिनप्रोटीन सूक्ष्मनलिकाओं (microfirbrils) से बनी होती हैं जो 9फ़2 के समूहों में व्यवस्थित होती हैं।
डी.एन.ए. प्रतिकृति (DNA replication)	सम्पूर्णकोशिका चक्र के दौरान	केवल 'S' अवस्था के दौरान
हिस्टोन प्रोटीन (Histone protein)	अनुपस्थित	उपस्थित
कोशिका वृद्धि (Cell growth), डी.एन.ए. का संश्लेषण (DNA synthesis)	सम्पूर्ण कोशिका चक्र के दौरान	अंतरावस्था (interphase)के दौरान
कोशिका विभाजन (Cell division)	प्रतिकृति के तुरन्त पश्चात या साथ-साथ	समसूत्री विभाजन (mitosis)के बाद
गुणसूत्र वितरण (Chromosome number)	गुणसूत्र मीजोसोम से जुड़े होते है।	अन्तरा अवस्था में गुणसूत्र केन्द्रक झिल्ली से जुड़े हुऐ होते हैं तथा विभाजन के समय तर्कु तन्तु (spindle fibers) से जुड़े. होते हैं जो उन्हें ध्रुव की ओर ले जाते हैं।
अर्धसूत्री विभाजन (Meiosis)	अनुपस्थित	उपस्थित

गुणसूत्र संख्या (Chromosome Number)	अक्सर एक	दो या दो से अधिक
डी.एन.ए. (DNA)	वर्तुलाकार, एकल, एक या द्विरज्जुकी सर्पिलाकार रूप से लिपटा हुआ, अक्सर अगुणित	एकाकी सीधा द्विरज्जुकी सर्पिलकार रूप से लिया हुआ कायिक कोशिका मे अक्सर
डी.एन.ए. (DNA) की मात्रा	कम	अधिक
श्वसन (Respiration)	प्लाज्मा झिल्ली द्वारा	माइटोकोन्ड्रिया द्वारा
प्रोटीन संश्लेषण (Protein synthesis)	संदेश वाहक आर.एन.ए. (m-RNA) का संश्लेषण एवं उसका अनुवाद translation) कोशिका द्रव्य में एक साथ होते हैं।	संदेश वाहक आर.एन.ए. (m-RNA) का संश्लेषण (transcription) केन्द्रक में और अनुवाद कोशिका द्रव्य में होता है।
डी.एन.ए. (DNA) का स्थायित्व	अर्द्धआयुकाल (half-life) छोटा। इसका संश्लेषण, अनुवाद एवं अपघटन एक साथ होता है।	अर्द्धआयुकाल (half-life) अपेक्षाकृत स्थायी। यह अनुवाद पूर्ण होने के बाद अपघटित होता है तथा अनेक बार अनुवादित होता है।
संदेश वाहक आर.एन.ए की संरचना (m-RNA Structure)	पॉलीसिस्ट्रॉनिक (polysystronic)	मोनोसिस्ट्रोनिक (monosystronic)
प्रजनन (Reproduction)	सरल, साधारणतयाविखण्डन या द्विविखण्डन (binary fission) द्वारा, कुछ जीवाणुओं में अन्त: बीजाणुओं द्वारा जैसे नीलहरित जीवाणु में द्वारा एक्टिनामाईसिटीज़ (Actinomycetes) में बीजाणु द्वारा,	जटिल, कायिक, अलैंगिक व लैंगिक विधियों द्वारा। अर्द्धसूत्री विभाजन उपस्थित। विखण्डन, द्विविखण्डन और कुछ पादपों, शैवालों व कवकों और कुछ प्रोटोजोआ में अलैंगिक बीजाणुओं द्वारा।
गुणसूत्रीयगति (Chromosomal movement)	एक दिशीय दाता से ग्राही को	गुणसूत्रों की अदलाबदली दो कोशिकाओं के बीच

6.33 बोध प्रश्न

1. कोशिका सिद्धान्त क्या हैं?
2. कोशिकाऐं कितने प्रकार की होती है?

3. असीम एवं ससीम केन्द्रकी कोशिकाओं में विभिन्नता के मुख्य लक्षण क्या हैं?

4. कौन से जीव असीम केन्द्रकीय जीवों में समूह में सम्मिलित किये जाते है?

6.4 सारांश (Summary)

पादप, जन्तु एवं मनुष्य सभी का शरीर कोशिकाओं से बना है। ये कोशिकाऐं दो प्रकार की होती हैं। असीम केन्द्रकी एवं ससीम केन्द्रकी। असीम केन्द्रकी कोशिकाऐं सूक्ष्म आकार की होती हैं। इन कोशिकाओं में कोशिका अंग नहीं होते है। आनुवांशिक पदार्थ केन्द्रक कला के द्वारा आवरित नहीं होता है इसलिये इसे स्पष्ट केन्द्रक कहने की बजाय न्यूक्लियोइड (nucleoid) का नाम दिया जाता है। असीम केन्द्रकी कोशिका वाले जीवों को सूक्ष्मजीव कहा जाता हैं क्योंकि ये एक कोशिकीय होते हैं एवं इन्हें केवल सूक्ष्मदर्शी की सहायता से ही देखा जा सकता है। आकार के आधार पर कुछ ससीम केन्द्रकीय जीवों को भी सूक्ष्म जीव की श्रेणी में रखा गया है। सूक्ष्मजीवों के अध्ययन को सूक्ष्म जैविकी कहा जाता है एवं इसमें सम्मिलित जीवों के आधार पर इसे कई शाखाओं में विभाजित किया गया है।

सूक्ष्म जीव हमारे लिये बहुत लाभकारी होते हैं। कुछ सूक्ष्मजीव पौधों, जन्तुओं एवं मनुष्यों में रोग पैदा करते हैं। असीम केन्द्रकी सूक्ष्म जीवों की सरंचना अत्यन्त सरल होती है, किन्तु ससीम केन्द्रकी जीव जटिल संरचना वाले होते हैं। विभिन्न जीव जिन्हें सूक्ष्म जीव का दर्जा दिया गया है, इस प्रकार हैं विषाणु, जीवाणु, नील हरित विषाणु, माइकोप्लाज्मा, शैवाल, कवक एवं प्रोटोजोआ।

6.5 शब्दावली (Glossary)

1. **सूक्ष्म (Micro) :** बहुत छोटा, जो आँख से दिखाई न दे।
2. **सूक्ष्म जीव (Microoganism) :** 0.1mm से छोटा जीव, जिसे देखने के लिये सूक्ष्मदर्शी की सहायता लेनी पड़े।
3. **सूक्ष्मजैविकी (Microbiology) :** सूक्ष्म जीवों का अध्ययन।
4. **रसोचिकित्सा (Chemotherapy)**: सूक्ष्मजीवों के संक्रमण को रोकने हेतु, एवं रोग के उपचार हेतु रासायनिक दवाइयों का उपयोग।
5. **फार्मास्युटिकल्स (Pharmaceuticals):** रासायनिक दवाइयाँ, प्रतिजैविक, जैविक दवाइयाँ एवं पदार्थ इत्यादि जो रोगों के उपचार में काम लिये जायें।
6. **जैव भू-रासायनिक चक्र (Bio-geochemical cycling):** वातावरण, मृदा एवं जीवों के बीच विभिन्न तत्वों का चक्रीय आदान प्रदान।
7. **जीव निष्कर्षण (Bio-mining) :** सूक्ष्म जीवों की सहायता से कच्ची धातु (mineral ore) से धातु का निष्कर्षण।
8. **स्वत: जनन (Spontaneous generation) :** जीवों की स्वत: उत्पत्ति
9. **एनीमलक्यूल्स (Animalcules) :** ल्युवेनहॉक द्वारा सूक्ष्मदर्शी की सहायता से देखे गये सूक्ष्मजीव
10. **किण्वन (Fermentation) :** जटिल शर्कराओं का सूक्ष्म जीवों या उनके विकरों (enzymes) द्वारा एल्कोहोल या लैक्टिक अम्ल में विघटन।

11. **पाश्चरीकरण (Pasteurization) :** पाश्चर द्वारा विकसित दुग्ध एवं अन्य तरल खाद्य पदार्थो के निर्जमीकरण (sterilization) करने की तकनीक।
12. **कीटाणु सिद्धान्त (Germtheory) :** कॉच के द्वारा प्रतिपादित सिद्धान्त जिसके अनुसार सूक्ष्मजीव पादप, जन्तु एवं मनुष्यों मैं होने वाले रोगों के लिये जिम्मेदार हैं अथवा रोगकारक होते हैं।
13. **एन्थ्रैक्स (Anthrax):** मवेशियों में होने वाला जीवाणु जनित रोग।
14. **कृत्रिम संवर्धन (Artificial culture) :** सूक्ष्मजीवों, पादपों अथवा जीवित कोशिकाओं का रासायनिक पोषक माध्यम में वृद्धि करना।
15. **Isolation) :** सूक्ष्मजीवों को अपने स्वाभाविक आवास (natural habits) या किसी विशेष सूक्ष्मजीव को बहु त सारे अन्य सूक्ष्म जीवों से अलग कर उसका संवर्धन करना।
16. **शुद्ध संवर्धन (pure culture):** किसी एक प्रकार के सूक्ष्म जीव का संवर्धन। इस संवर्ध में कोई भी दूसरा जीव नहीं होता है।
17. **संरोपण (Inoculation) :** सूक्ष्मजीव कोशिकाओं को कृत्रिम संवर्ध अथवा स्वस्थ परपोषी के अन्दर पहुँचाना॥
18. **प्रतिरक्षा विज्ञान (Immunology) :** सूक्ष्म जीवों से रक्षा हेतु मानव शरीर में उत्पन्न विशिष्ट प्रोटीन अथवा प्रतिरक्षी (antibody) एवं प्रतिजन (antigen) के बीच होने वाली अंर्तक्रिया (interaction) का अध्ययन।
19. **प्रतिजैविक (Antibiotic) :** सूक्ष्म जीवों द्वारा स्त्रावित रसायन जो अन्य सूक्ष्म जीवों के लिये हानिकारक हो।
20. **संदूषण (Communication):** एक जीव के शुद्ध संवर्ध में दूसरे जीव की वृद्धि।

6.6 संदर्भ ग्रंथ (Reference Books)

1. पी.डी. शर्मा 1999, माइक्रोबायलॉजी (द्वितीय संस्करण)। रस्तोगी पब्लिकेशन्स, शिवाजी रोड, मेरठ।
2. माइकेल जे. पेल्कजार, ई.सी.एस.चेन तथा नोयल आर. क्रेग 1988, माइक्रोबायलोजी (पाँचवा संस्करण)। मेक ग्रॉ हिल बुल कम्पनी, न्यूयॉर्क।
3. के. शर्मा, 2007, मेन्यूअल ऑफ माइक्रोबायलॉजी (द्वितीय संस्करण)। अनशन लिमिटेड, केन्ट।
4. एल.एम. प्रेस्कोट, जे.पी. हार्ले तथा डी.ए. क्लीन 1993, माइक्रोबायलॉजी (द्वितीय संस्करण)। Wm.C. ब्राऊन पब्लिशर्स, यू.एस.ए.।
5. डी. के. पाण्डे, जे. पी. सैनी तथा केलाश अग्रवाल 2003, कवक विज्ञान, सूक्ष्मजीव विज्ञान एवं पादप-रोग विज्ञान। कॉलेज बुक हाउस, चौड़ा रास्ता, जयपुर।

6.7 बोध प्रश्नों के उत्तर

1. सूक्ष्मजीव सर्वव्यापी होते हैं एवं हवा, जल, मृदा, जीव-जन्तुओं, पादपों, मनुष्यों में पाये जाते हैं।
2. सूक्ष्मजैविकी की खोज का श्रेय ल्युवेनहॉक को दिया जाता है।

3. सूक्ष्म जैविकी के इतिहास को तीन कालों में विभक्त किया गया है। ये काल है: खोजकाल परिवर्तन काल एवं स्वर्णिम काल।
4. खोजकाल की सबसे महत्वपूर्ण घटना ल्युवेनहॉक द्वारा एनीमलक्यूल्स की खोज थी।
5. स्वत: जनन सिद्धान्त के अनुसार जीवों की उत्पत्ति स्वत: ही होती है।
6. इस सिद्धान्त के अनुसार हर प्रकार के रोग का कारक कोई सूक्ष्मजीव होता है।
7. स्वत: जनन सिद्धान्त को पाश्चर ने अपने प्रयोग द्वारा विफल किया।
8. पाश्चरीकरण तरल खाद्य पदार्थो की निर्जमीकरण करने की तकनीक है। इसे पाश्चर ने विकसित किया था।
9. बेसिलस एनथ्राकिस है।
10. प्रतिजैविक सूक्ष्मजीवों द्वारा स्त्रावित रसायन है जो अन्य रोगकारक सूक्ष्मजीवों को नष्ट करने के लिये उपयोग में लिये जाते हैं। इनकी खोज एलेक्जेंडर फ्लेमिंग ने की थी।
11. कोशिका सिद्धान्त के अनुसार हर जीव का शरीर कोशिका या कोशिकाओं से बना है, अत: कोशिका जीवन की आधारभूत इकाई है एवं सभी कोशिकाओं का निर्माण पूर्ववर्ती कोशिकाओं से होता है।
12. कोशिकाऐं दो प्रकार की होती हैं असीम एवं ससीम केन्द्रकी।
13. असीम केन्द्रकी कोशिका में स्पष्ट केन्द्रक एवं कोशिका अंगों क अभाव होता है। इनकी कोशिका भित्ति पेप्टाइडोग्लाइकेन से निर्मित होती हैं एवं इनमें 70S प्रकार के राइबोसोम पाये जाते हैं। ससीम केन्द्रकी कोशिका में केन्द्रक व कोशिका अंग उपस्थित होते हैं, कोशिका भित्ति सेल्यूलोस अथवा काइटिन से निर्मित होती है एवं 80S प्रकार के राइबोसोम पाये जाते हैं।
14. विषाणु, जीवाणु, नील हरित जीवाणु, ऑर्किया रिकेट्सिया, माइकोप्लाज्मा, फायटोप्लाज्मा, स्पाइरोप्लाज्मा, क्लेमाइडिया एवं एल-फार्म।

6.8 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. सूक्ष्म जैविकी के इतिहास पर प्रकाश डालिये?
2. असीम केन्द्रकी और ससीम केन्द्रकी कोशिकाओं में भिन्नताओं को समझाइये?
3. असीम केन्द्रकी कोशिका संरचना का विस्तार से वर्णन कीजिए?
4. विभिन्न प्रकार के सूक्ष्म जीव तथा उनके लक्षणों को समझाइये?
5. विभिन्न सूक्ष्म जीव वैज्ञानिकों का सूक्ष्मजैविकी में योगदान को समझाइये?

इकाई - 7

Unit-7

अतिसूक्ष्म जीव

(Submicroscopic Microorganisms)

इकाई की रूपरेखा

7.0 उद्देश्य

7.1 प्रस्तावना

7.2 विषाणु

- 7.2.1 प्रस्तावना
- 7.2.2 विषाणुओं की खोज का इतिहास
- 7.2.3 सामान्य लक्षण
- 7.2.4 प्रवृत्ति
- 7.2.5 परिमाप
- 7.2.6 संरचना
- 7.2.7 पादप विषाणु की संरचना
- 7.2.8 जीवाणुभोजी की संरचना
- 7.2.9 विषाणुओं का जीवन चक्र एवं गुणन
- 7.2.10 जीवाणु भोजी का जीवन चक्र
- 7.2.11 विषाणुओं का वर्गीकरण
- 7.2.12 विषाणुओं का नामकरण
- 7.2.13 आर्थिक महत्त्व
- 7.2.14 बोध प्रश्न

7.3 माइकोप्लाज्मा

- 7.3.1 प्रस्तावना
- 7.3.2 माइकोप्लाज्मा की खोज का इतिहास
- 7.3.3 सामान्य लक्षण
- 7.3.4 माइकोप्लाज्मा की संरचना
- 7.3.5 माइकोप्लाज्मा जनन
- 7.3.6 माइकोप्लाज्मा का संचरण
- 7.3.7 माइकोप्लाज्मा का वर्गीकरण
- 7.3.8 आर्थिक महत्त्व
- 7.3.9 बोध प्रश्न

7.4 रिकेट्सी एवं क्लेमाइडी

- 7.4.1 रिकेट्सी की प्रस्तावना

7.4.2 सामान्य लक्षण
7.4.3 वर्गीकरण
7.4.4 क्लेमाइडीया की संरचना एवं वर्गीकरण
7.4.5 बोध प्रश्न
7.5 L-रूपी
7.5.1 प्रस्तावना
7.5.2 सामान्य लक्षण
7.5.3 बोध प्रश्न
7.6 स्पाइरोप्लाज्मा
7.6.1 प्रस्तावना
7.6.2 सामान्य लक्षण
7.6.3 वर्गीकरण
7.6.4 बोध प्रश्न
7.7 फाइटोप्लाज्मा
7.7.1 प्रस्तावना
7.7.2 सामान्य लक्षण
7.7.3 फाइटोप्लाज्मा रोगों के लक्षण
7.7.4 वर्गीकरण
7.7.5 फाइटोप्लाज्मा का संचरण
7.7.6 फाइटोप्लाज्मा का आर्थिक महत्त्व
7.7.7 बोध प्रश्न
7.8 सारांश
7.9 शब्दावली
7.10 संदर्भ ग्रन्थ
7.11 बोध प्रश्नों के उत्तर
7.12 अभ्यासार्थ प्रश्न

7.0 उद्देश्य (Objective)

इस पाठ में अतिसूक्ष्म जीवों जैसे की विषाणु माइकोप्लाज्मा, रिकेट्सिया आदि का परिचय, इतिहास तथा उनके जीवन चक्र की चर्चा की गई है। इस पाठ को पढ्ने के बाद आप निम्नलिखित बिन्दुओं से अवगत हो जाएगें:

- अतिसूक्ष्म जीव क्या है तथा कौन से जीव इस श्रेणी में आते हैं।
- विषाणुओं की खोज कब एवं कैसे हुई।
- विषाणुओं के सामान्य लक्षण।
- विषाणु सजीव हैं या निर्जीव।
- विषाणुओं का आकार।
- विषाणुओं की संरचना।

- विषाणु तथा जीवाणुभोजी का जीवन चक्र किस प्रकार होता है।
- विषाणुओं का वर्गीकरण एवं नामकरण कैसे किया गया है।
- माइकोप्लाज्मा के सामान्य लक्षण।
- माइकोप्लाज्मा का जीवन चक्र तथा आर्थिक महत्व।
- फाइटोप्लाज्मा, स्पाइरोप्लाज्मा, L-रूपी आदि जीवों के लक्षण, वर्गीकरण एवं महत्त्व।

7.1 प्रस्तावना (Introduction)

अतिसूक्ष्म (submicroscopic) शब्द उन जीवों के लिए उपयोग किया जाता है जो इतने सूक्ष्म होते हैं कि उन्हें साधारण सूक्ष्मदर्शी से नहीं देखा जा सकता है। इन्हें देखने के लिए इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी की सहायता लेनी पड़ती है। इनका आकार नेनोमीटर (nanometer में मापा जाता है और ये जीवाणु फिल्टर (bacterial filter) में से भी आसानी से निकल जाते हैं। ये जीव असीमकेन्द्रकी एवं परजीवी होते है। इनसे पौधों, जन्तुओं एवं मनुष्यों में कई प्रकार के रोग उत्पन्न होते हैं। ज्यादातर इन जीवों का संचरण (transmission) कीटों द्वारा होता है। यह अपना जीवन चक्र दो परपोषियों (hosts) में बिताते हैं जैसे कि पौधे एवं कीट या मनुष्य एवं कीट इत्यादि। इनकी कोशिका संरचना बहुत सरल होती है और इनमें उपापचयी (metabolic) क्रियाएँ भी बहुत कम पाई जाती है। इस श्रेणी में विषाणु (virus) एवं अतिसूक्ष्म जीवाणु जैसे 'माइकोप्लाज्मा (mycoplasma), रिकेट्सिया (rickettsia), क्लेमाइडिया (chalmydia) आदि आते हैं। विषाणुओं के अतिरिक्त सभी जीवों में सम्पूर्ण कोशिका पाई जाती है परन्तु विषाणु कोशिका रहित होते है। ये पोषी कोशिका के बाहर निर्जीव तथा भीतर सजीव के गुण दर्शाते हैं।

विभिन्न प्रकार के अतिसूक्ष्म जीवों का विस्तृत विवरण निम्नलिखित है:

7.2 विषाणु (Virus)

7.2.1 प्रस्तावना

विषाणु (virus) ग्रीक भाषा का शब्द है, जिसका अर्थ है "जहर" (vios=poisonous liquid)। विषाणुओं को "प्रोटीन में लिपटी बुरी खबर" भी कहा जाता है। विषाणु अविकल्पी अन्तराकोशिकीय परजीवी (intracellular perasites) होते हैं। ये परपोषी (host) कोशिका के बाहर निष्क्रिय (inactive) अथवा र्निजीव (nonliving) अवस्था में रहते हैं परन्तु परपोषी कोशिका के अन्दर सजीव (living) लक्षण दर्शाते हैं। परपोषी कोशिका में प्रतिकृति कर यह अपने जैसे अनेक विषाणुओं का निर्माण करते हैं। इस कारण इन्हें सजीव एवं निर्जीव के बीच की कड़ी (link between living and nonliving) भी कहा जाता है। ये इतने सूक्ष्म होते है कि इन्हें केवल इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से ही देखा जा सकता है और ये जीवाणुज फिल्टर (bacterial filter) के द्वारा भी पृथक नहीं किये जा सकते है।

7.2.2 विषाणुओं की खोज का इतिहास (History of Discovery of Virus)

सर्वप्रथम पाश्चर ने रेबीज के रोग कारक को विषाणु नाम दिया था। उसके पश्चात यह शब्द उन सभी रोगाणुओं के लिये उपयोग किया जाने लगा जिनकी प्रकृति संरचना इत्यादि के बारे में ज्यादा जानकारी उपलब्ध नहीं थी और जो कॉच के सिद्धान्तों (Koch's postulates) को पूरा नहीं करते थे।

उन्नीसवीं सदी में रोगों के रोगाणु सिद्धान्त (germ theory of disease) के अनुसार यह धारणा थी कि हर रोग जीवाणु जनित होता है एवं रोग कारक की पहचान करने के लिये यह बहु त जरूरी था, कि कॉच (Koch) के चारों सिद्धान्तों का अनुसरण किया जाये। इसी समय जन्तुओं, मानवों एवं पादपों में कुछ ऐसी बीमारियाँ देखने को मिली जिनके रोग कारक का पृथक्करण (isolation) कर उसे संवर्धित नहीं किया जा सका था। 1776 में नलिनीकन्द (Tulip) के पौधों में यह देखा गया कि कभी कभी फूलों का रंग बदल जाता था विरूपण (variegation) एवं फूलों पर सफेद रंग की धारियाँ बन जाती थी। इस प्रकार के पौधों को एक नई प्रजाति मान कर उसे ब्रोकन ट्यूलिपस (Broken Tulips) का नाम दिया गया था इन पौधों की बाजार में काफी माँग थी। उस समय यह किसी को ज्ञान नहीं था कि यह एक विषाणु जनित रोग का लक्षण है। वर्तमान में इस लक्षण को वर्ण विभाजन (colour breaking) कहते हैं।

1870 में तम्बाकू के पौधे में भी इसी प्रकार का संक्रमण देखा गया। इन पौधों में पत्तियों पर पीले रंग की धारियों का जाल बन जाता था। रोग के लक्षण के आधार पर इस रोग को मोजेक (mosaic) का नाम दिया गया जो एक जर्मन शब्द (German : mosaic karankenheit = mosaic disease of plants) से बना था। 1886 में जर्मन वैज्ञानिक मेयर (Meyer) ने इस बीमारी की जाँच शुरू की और पाया कि इस रोग का कारक ना तो कवक थी ना ही कोई जीवाणु। 1892 में एक रूसी वैज्ञानिक इवानोओस्की (Ivanowsky) ने दर्शाया कि पत्तियों के रस में सूक्ष्मदर्शी नहीं होते हैं और जीवाणु फिल्टर द्वारा छानने के बाद भी रस में संक्रमण की क्षमता बनी रहती हैं। Beigerncle, 1898 में एक डच (dutch) सूक्ष्मजीव विज्ञानी बेजरिन्क्र (Beijerinck) ने सिद्ध किया कि तम्बाकू की पत्तियों के रस में पाये जाने वाला फिल्टर योग्य संक्रमण कारक (filterable infective principle) अगार खण्ड (agar block) में से आसनी से विसरित (diffuse) हो सकता था। उन्होंने इस का नाम "कन्टेजियम वाईवम फ्लुईडम (Contagium Vivum Fluidum)" अथवा कन्टेजियस् जीवित तरल पदार्थ (contagious living liquid) रखा।

इन सभी वैज्ञानिकों के अनुसार संक्रमण करने वाला कारक काणिकामय मे (particulate) न हो कर कोई रासायनिक तरल पदार्थ था। यह भी सुझाया गया कि यह पदार्थ जीवाणु द्वारा स्त्रावित कोई जहरीला रसायन है अत: इसका नाम वाइरस जहर रख दिया गया। 1901 में रीड एवं फिनले (Reid and Finle) ने यह बताया कि रोग कारक का संचरण (transmission) कीटों द्वारा भी होता है।

1911 में रोक्स (Roux) ने सिद्ध किया कि मुर्गीयों में होने वाला कैंसर; "चिकन सारकोमा" (chicken sarcoma) भी इसी फिल्टर योग्य कारक (filterable agent) के द्वारा होता है। इस खोज के लिये उन्हें 1966 में नोबेल पुरस्कार भी मिला।

1915 में टॅवार्ट (Twort) एवं 1916 में डी हेरेल (de' herelle) ने स्वतन्त्र प्रयोगों से जीवाणुभोजी (bacteriophage) की खोज की। ये जीवाणुओं पर शोध करने के लिए उनका संर्वधन कर रहे थे। उन्होंने देखा कि कुछ पेट्रीप्लेटस् (petriplates) में जीवाणु निवह (colony) एकदम कॉच की तरह पारदर्शी हो गई और इस तरह की कॉलोनीयो से दुबारा जीवाणुओं का संर्वधन नही हो सका। किन्तु इस कॉलोनी से जीवाणुओं की स्वस्थ कॉलोनीयो को भी पारदर्शी बनाया जा सकता था। इन पारदर्शी कॉलोनीयों में उन्हें कोई जीवाणु नहीं मिला। इस खोज से उन्होंने यह निष्कर्ष निकाला कि कोई चीज जीवाणुओं को नष्ट कर रही थी और उन्होंने उसे "जीवाणु भोजी" (Bacteriophage) का नाम दिया। इस प्रक्रिया को टॅवार्ट-डी हेरेल परिघटना (Twort-de'herelle phenomenon) का नाम दिया गया।

1933 में अमेरीकी वैज्ञानिक श्लेसिंगर (Schlesinger) ने पहली बार अल्ट्रा सेंट्रीफयुगेशन (ultracentrifugation) के द्वारा ई. कोलाई (E.Coli) के विषाणुभोजी WLL का पृथक्करण किया और यह साबित किया कि विषाणु एक प्रकार की कणिकामय (particulate) सरल जैवरासायनिक पदार्थ है जो न्यूक्लिक अम्ल से बना है। इस खोज से यह भी साबित हो गया कि विषाणु तरल पदार्थ नहीं है, वरन् एक प्रकार के कणीकमयी सरल जीव है।

1935 में स्टेनली ने टी.एम.वी. (T.M.V.) के शुद्ध (pure) क्रिस्टलस् का पृथक्करण (isolation) किया। इस खोज के लिए उन्हें 1946 में नोबेल पुरस्कार से सम्मानित किया गया। 1935-38 में पीरी एवं बॉड्न (Pirie and Bawden) ने भी साबित किया कि विषाणु प्रोटीन एवं न्यूक्लिक अम्ल से बनी इकाई है।

1949 में एन्डरसन् (Anderson) ने पोलियो के विषाणु का संर्वधन किया एवं 1957 में साल्क एवं साबिन (Salk and Sabin) ने इस विषाणु के विरूद्ध वैक्सीन (vaccine) का विकास किया।

तब से लेकर आज तक बहुत सारे विषाणुओं और उनसे होने वाले रोगों पर काफी शोध कार्य किया गया है। बारे में research हुई है। कुछ नये एवं घातक विषाणु जैसे कि एच.आई.वी., हेपेटाइटिस बी, ईबोला (HIV, Hepatits B, Ebola) इत्यादि की रोकथाम, वैक्सीन (vaccines) आदि की खोज जारी है।

7.2.3 विषाणुओं के सामान्य लक्षण (General Characters of Virus)

- विषाणु अतिसूक्ष्म कण (particles) होते हैं जिन्हें केवल इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी की सहायता से देखा जा सकता है।
- इनका आकार 10-300 तक का होता है और ये जीवाणु फिल्टर में से आसानी से निकल जाते हैं। इनको छानने के लिये कोलोएडन (colloiden) अथवा प्लास्टिक से बने आण्विक

(molecular) फिल्टर काम लिये जाते हैं। इन्हें कृत्रिम (artificial) माध्यम से संवर्धित नहीं किया जा सकता है।

- विषाणु अविकल्पी अन्तराकोशिकीय परजीवी है जो परपोषी कोशिका में सजीवता के एवं परपोषी के बाहर निर्जीवता के लक्षण दर्शाते है।
- विषाणु स्वतन्त्र नहीं होते हैं। ये प्रतिकृति के लिये परपोषी कोशिका पर निर्भर रहते हैं। सभी विषाणु परजीवी होने के साथ साथ रोग कारक भी होते हैं।
- हर विषाणु का अपना निश्चित परपोषी होता है जिस पर यह निश्चित प्रकार के लक्षण दर्शाते हैं।
- विषाणुओं का संक्रमित परपोषी से स्वस्थ परपोषी में संचरण हो सकता है। ये वातावरण के प्रति विभिन्न तरह की प्रतिक्रियाऐं (reaction) दर्शाते है। कुछ विषाणु उच्च तापमान, रासायनिक पदार्थो से आसानी से निष्क्रिय किये जा सकते हैं, जबकि अन्य इन सभी कारकों के प्रति काफी अवरोधी (strongly resistant) होते है। अपनी निष्क्रिय, सूखी अवस्था में विषाणु सामान्य जर्मीसाइड्स germicides जैसे कि फिनायल (phenyl), एल्कोहॉल (alcohol), कारबोलिक अम्ल (carbolic acid) आदि के प्रति अवरोधी (resistant) होते हैं।
- विषाणुओं की बहुत कम मात्रा भी काफी खतरनाक होती हैं एवं आसानी से परपोषी में संक्रमण कर सकने में सक्षम होती है। ज्यादातर विषाणुओं पर तेज एवं सीधी धूप, तापमान, ठंड एवं जल की कमी का कोई असर नहीं होता है। मगर इन्हे रसायन एवं ताप उपचार (chemo-and thermo therapy) से निष्क्रिय किया जा सकता है।
- विषाणुओं का क्रिस्टलीकरण (crystallization) कर विलयन (suspension) में से इनका अवक्षेप (precipitate) भी बनाया जा सकता हैं एवं इस अवक्षेप को जल में दोबारा घोला जा सकता है।
- विषाणु प्रोटीन एवं न्यूक्लिक अम्ल से बने होते हैं न्यूक्लिक अम्ल केवल डी.एन.ए. (DNA) या केवल आर.एन.ए. (RNA) हो सकता है।
- न्यूक्लिक अम्ल प्रोटीन से बनी सम्पुटिका (protein coat) में बन्द रहता है जिसे केप्सिड (capsid) कहा जाता है।
- कुछ विषाणुओं में प्रोटीन एवं लिपिड से बना बाह्य आवरण (outer envelope) भी पाया जाता है। ऐसे विषाणुओं को आवरण युक्त (enveloped) विषाणु का नाम दिया जाता है। जिन विषाणुओं में आवरण नहीं पाया जाता है उन्हें आवरण रहित (unenveloped) कहा जाता है।
- विषाणुओं में जीवद्रव्य, कोशिका भित्ति, कोशिका झिल्ली, कोशिकांग इत्यादि नहीं पाये जाते हैं।
- विषाणुओं में किसी भी प्रकार की जैविक क्रिया जैसे कि वृद्धि, श्वसन आदि नहीं होती है।
- ये केवल परपोषी कोशिका में प्रतिकृति करते है।
- इनमें किसी प्रकार का जनन नहीं पाया जाता है।
- यह प्रोटीन संश्लेषण नहीं कर सकते है अत: ये संश्लेषण के लिये परपोषी कोशिका पर आश्रित होते हैं।

- इनमें प्रकार्यक स्वायत्तता (functional autonomy) अभाव होता है।
- इन पर प्रतिजैविकों का कोई असर नहीं होता है।
- ये मनुष्य, पादप, जन्तु, कीट एवं जीवाणु तक में रोग पैदा करते हैं किन्तु हर विषाणु का अपना एक सुनिश्चित परपोषी होता है। कुछ एक विषाणु एक से ज्यादा परपोषी में भी संक्रमण कर सकते हैं।
- इनको नष्ट करने के लिए ऐसे प्रतिजैविकों का इस्तेमाल किया जाता है जो न्यूक्लिक अम्ल की प्रतिकृति को रोक सकें।

7.2.4 विषाणु की प्रवृति (Nature of Virus)

विषाणु जीवित एवं निर्जीव दोनों ही लक्षण दर्शाते हैं। इस कारण इन्हें जीव का दर्जा नहीं दिया जाता है, वरन् इन्हें कण (particles) कहा जाता हैं और जीवित एवं निर्जीव की जगह इन्हें सक्रिय अथवा निष्क्रिय कहा जाता है विषाणुओं की प्रकृति (nature) के आधार पर दो धारणाऐं (hypothesis) प्रस्तुत की गई है

जीव सिद्धान्त (Organism Theory)

विषाणु के सजीव लक्षणों के आधार पर कुछ वैज्ञानिकों का यह मत है कि विषाणु जीव हैं। इस सिद्धान्त के पक्ष में निम्न तर्क दिये गये हैं.

1. विषाणुओं में DNA/RNA पाया जाता है।
2. विषाणुओं में जनन होता है क्योंकि ये अपने जैसी संरचनाओं का निर्माण करते हैं।
3. विषाणुओं में आनुवांशिक पदार्थो की प्रतिकृति (replication) होती है।
4. विषाणु अविकल्पी अन्तराकोशिकीय परजीवी होते हैं।
5. ये मनुष्यों, जन्तुओं, पादपों इत्यादि में संक्रमण कर रोग फैलाते हैं।
6. इनमें उत्परिवर्तन (mutation) होता है।
7. ये बदलते वातावरण के साथ बदल सकते हैं।
8. विषाणु का आनुवांशिक पदार्थ एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में स्थानान्तरित होता है।
9. विषाणु परपोषी कोशिका में सजीवता के लक्षण दिखाते हैं।
10. विषाणुओं का संचरण कीटों द्वारा होता है।
11. इसमें प्रतिजनी (antigenic) गुण पाये जाते हैं।
12. यह परपोषी विशिष्टता (Host specificity) दर्शाते हैं।
13. ये सभी तर्क इंगित करते हैं कि विषाणु सजीव हैं।

- **आण्विक सिद्धान्त (Molecular Theory)**

  इस सिद्धान्त के अनुसार विषाणु निर्जीव हैं। इनकी निर्जीवता के लक्षण निम्न प्रकार से हैं :-

1. विषाणु में कोशिकीय संरचनाएँ नहीं पाई जाती हैं।
2. इनमें जीवद्रव्य, कोशिका भित्ति, कोशिका झिल्ली आदि का अभाव होता है।
3. इनमें जैविक क्रियाऐं नहीं पाई जाती हैं।
4. इनका क्रिस्टलीकरण हो सकता है। ये स्वोत्प्रेरक (auto catalytic) होते हैं।
5. मुक्त अवस्था में ये प्रोटीन के समान आचरण करते हैं।

6. परपोषी के बाहर ये निष्क्रिय होते हैं।
7. इनमें प्रकार्यक स्वायत्तता (functional autonomy) नहीं पाई जाती है।

इन लक्षणों के आधार पर यह मत दिया गया कि विषाणु एक प्रकार के निर्जीव, आणविक (molecular) जहरीले (toxic) पदार्थ हैं जिनमें परपोषी कोशिका में संक्रमण करने की एवं एक परपोषी से दूसरे परपोषी में जाने की क्षमता है। ल्वॉफ (Lwoff) के अनुसार विषाणु एक विषाणु है ''A virus is a virus''। यह सजीव एवं निर्जीव के बीच कीं कड़ी है और इनके लिये सक्रिय (active) एवं निष्क्रिय (inactive) कणों (particles) शब्दों का प्रयोग किया जाता है।

7.2.5 विषाणु परिमाप (Size of Viruses)

विषाणु अतिसूक्ष्म संरचनायें है। पादप विषाणुओं का आकार 10nm–300nm तक का होता है(1nm = $\frac{1}{1000}$ or.001mm or $\frac{1}{10,000,00}$ cm) सबसे छोटा पादप विषाणु सेटेलाईट तम्बाकू वाइरस (satellite tobacco virus) केवल 0-17 nm, के आकार का है। जन्तु विषाणुओं का आकार 8-100 nm तक का होता हैं। कुछ बड़े विषाणु 450 nm आकार के भी होते है। सिट्रस ट्रीस्टेजे)Citrus tristeze(सबसे लम्बा (200 x 12 nm) पादप विषाणु है। जन्तु एवं मनुष्यों को संक्रमित करने वाले विषाणुओं में पॉक्स वाईरस (pox virus) सबसे बड़ा विषाणु (300x250 nm) है और मुहँपका, खुरपका (foot & mouth disease) रोग का विषाणु सबसे छोटा विषाणु 10nm का हैं।

7.2.6 विषाणु संरचना (Structure of Virus)

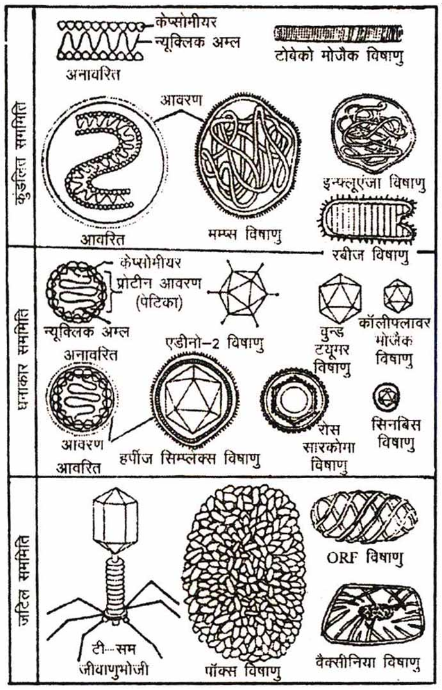
विषाणुओं के एक संपूर्ण कण को विरियोन (virion) कहा जाता है। यह दो भागों में बना होता है

- प्रोटीन कवच (protein coat) अथवा केप्सिड (capsid)
- आनुवांशिक पदार्थ का कोर (nucleic acid core)

केप्सिड (Capsid) अथवा प्रोटीन कवच (Protein coat)

1. केप्सिड बहुत सारी एकरूपी इकाईयों (identical subunits) से बना होता है। इन इकाइयों को केप्सोमीयर्स (capsomeres) कहा जाता है।
2. हर कैपसोमीयर का आण्विक भार (molecular wt) 18000 डाल्टन (Dalton) होता है और यह भी छोटी-छोटी इकाईयों जिन्हें मोनोमर्स (monomers) कहा जाता है से बने होते हैं। हर मोनोमर एक या एक से अधिक अमीनोअम्लों की श्रृंखला से बना होता है। यह श्रृंखलायें एकरूपी (identical) या विभिन्न प्रकार की (unidentical) होती हैं।
3. एक कैप्सोमीयर में पाँच या छः मोनोमर्स पाये जाते हैं। पाँच मोनोमर वाले कैप्सोमीयर को पेन्टामेरस् (pentamerous) एवं छः मोनोमर वाले कैप्सोमीयर को हैक्सामेरस् (hexamerous) कहा जाता है।

4. एक केप्सिड में कैप्सोमीयर्स की संख्या निश्चित होती है। ये ना तो घटती है ना बढ़ती है। उदाहरण ϕ x 174 जीवाणु भोजी : 12 केप्सोमीयर्स, टरनिप येलो (Turnip yellow) विषाणु : 32 केप्सोमीयर्स।



चित्र 7.1 कुछ महत्त्वपूर्ण विषाणुओं की सामान्य संरचना

एडिनो वायरस (Adenovirus) : 252 केप्सोमीयर्स है।

हरपीस वायरस (Herpes virus) : 162 केप्सोमीयर्स है।

विषाणु समामिति (Symmetry of Virus) :

विषाणु आकार का वर्णन सर्वप्रथम ताकाहाशी एवं रेवलिन (Takahashi and Ravlin 1933) द्वारा किया गया। उन्होंने तम्बाकू मोजेक विषाणु (TMV) को छड़नुमा आकार का बताया। विषाणुओं को इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी की छायाकृत विधि (shadowing) तथा ऋणात्मक अभिरंजन (negative staining) विधि द्वारा देखने पर इनकी तीन मुख्य आकृतियाँ पाई गई है।

1. **कुण्डलीदार या बेलनाकार सममिति (helical or cylindrical symmetry)** : इस प्रकार की सममिति में पेटिका (capsid) का आकार छड़नुमा (rod type) होता है। पेटिका के पेटिकांशक (capsomeres) कुण्डलीदार तरीके से एक खोखले केन्द्रीय अक्ष (central axis) के चारों ओर व्यवस्थित (arranged) होते हैं। यह आवरण युक्त जैसे कि रेबीज (rabies), इंफ्लुऐन्जा (influenza) या आवरण रहित जैसे की तम्बाकू मोजेक विषाणु (TMV) हो सकते हैं। (चित्र 7.I) कुण्डलीदार विषाणुओं को दो श्रेणीयों में बाँटा गया है:

➢ **दृण नलिकाकार (rigid tube like) :** इनकी आकृति सुनिश्चित होती है एवं इनको मोड़ा नहीं जा सकता है। उदाहरण : तम्बाकू मोजेक विषाणु (TMV), बारले स्ट्राईप मोजेक विषाणु (Barley stripe mosaic), तम्बाकू रेटल विषाणु (Tobacco rattle virus) आदि।

- **लचीली तन्तुनुमा छड़ (flexible thread like rods) :** यह धागे के समान होते हैं और आसानी से मुड़ जाते हैं। उदाहरण पोटेटो लेटेन्ट विषाणु (potato latent virus), कॉमन बीन मोजेक विषाणु (common bean mosaic virus), लेट्युस मोजेक विषाणु (Lettuce mosaic virus), व्हीट स्ट्रीक विषाणु (Wheat streak virus) आदि।

2. **गोलाकार घन सममिति (spherical or cubic symmetry) अथवा बहुफलीय (polyhedral) सममिति :** इन विषाणुओं का आकार गोल माना जाता था। किन्तु इलैक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से अवलोकन करने के पश्चात यह ज्ञात हुआ कि यह वास्तव में बहुपालीय घन (polyhedral cubes) होते हैं। प्रोटीन कवच के पेटिकाशंक बहुकोणीय बहुकोणिय वलय का निर्माण करते है जिसके मध्य 40Å की खाली जगह पाई जाती है। ये आवरण युक्त जैसे कि हर्पीज सिंपलेक्स विषाणु (Herpes simplex virus) अथवा आवरण रहित जैसे कि ϕ x 174, टरनिप पीत मोजेक विषाणु (Turnip yellow mosaic virus) पोलियो विषाणु (polio virus), एमीनो विषाणु (Adeno virus) होते है। ज्यादातर बहुफलीय विषाणु विषमतलीय (icosahedral) होते है। इन विषाणुओं में 20 सतहें होती है जिनका निर्माण समपार्श्वीय-त्रिभुजों (equilateral triangles) तथा 12 प्रतिच्छेदी बिन्दुओं या सिरों द्वारा होता है। प्रत्येक समपार्श्वी त्रिभुज की सतह छः केप्सोमीयर के योग से बनती है। (चित्र 7.1)

   - **जटिल सममिति (complex symmetry) :** इस प्रकार के विषाणुओं में या तो स्पष्ट पेटिका नहीं होती' है उदाहरण: वैक्सीनिया विषाणु (Vaccinia virus) अथवा पेटिका के साथ कुछ अतिरिक्त संरचनायें पाई जाती है जैसे कि HIV के आवरण के ऊपर ग्लाइकोप्रोटीन की खूटीयाँ (glycoprotein spikes)। कुछ जटिल सममिति वाले विषाणुओं में बहुफलनीय एवं कुण्डलीदार दोनों संरचनाऐं पाई जाती जैसे कि T_4 जीवाणुभोजी (T_4 bacteriophage)। यह एक टेडपोल (tadpole) की आकृति का होता हैं। इसमें एक बहुकोणीय बहुफलीय सममिति वाला सिर एक छड़नुमा पूँछ (tail) से जुड़ा होता है। पूँछ के नीचे एक पंचकोणीय तलप्लेटें (baseplate) पाई जाती है जिसके हर कोण (angle) पर पूँच्छ रेशे (tail fibres) जुड़े होते हैं।(चित्र 7.I)

कुछ महत्वपूर्ण विषाणुओं के आकार के उदाहरण :

- टी.एम.वी TMV : छड़नुमा (rod like)
- गलसुआ विषाणु (Mumps virus) : घनाभ अथवा बहुफलनीय (spherical or polyhedral)
- हर्पीज विषाणु (Herpes virus) : विषमतलीय (icosahedral)
- इनफ्लूऐन्जा विषाणु (Influenza virus), बेलनाकार (helical
- सम जीवाणुभोजी (T even bacteriophages) टेडपोल सदृश्य (tadpole like)
- रेबीज विषाणु (Rabies virus) : बंदूक की गोली जैसे (bullet shaped)

   - **आनुवांशिक क्रोड (Nucleic acid core)** विषाणुओं में आर.एन.ए. अथवा डी.एन.ए. और पादप विषाणुओं (plant virus) में आर.एन.ए. पाया जाता हैं। इसके कुछ अपवाद भी होते है। जैसे कि कोलीपलावर मोजेक विषाणु (cauliflower mosaic virus), कारनेशन मोजेक विषाणु (carnation mosaic virus) जो कि पादप विषाणु

होते हुए भी डी.एन.ए. विषाणु (DNA virus) हैं। इसी तरह एच.आई.वी. (HIV) विषाणु जन्तु विषाणु होते हुए भी आर.एन.ए. (RNA) विषाणु है।

न्यूक्लिक अम्ल एक सूत्रीय या द्विसूत्रीय (single stranded or double stranded), रेखीय या वृताकार (linear or circular) हो सकता है उदाहरण :

1. एक सूत्रीय रेखीय डी.एन.ए. पारवो विषाणु (parvo virus), वष्ताकार; ϕ x 174, fd, M13।
2. द्विसूत्री रेखीय डी.एन.ए. : कई जन्तु एवं जीवाणु भोजी विषाणु जैसे कि T_4 जीवाणु भोजी, वैक्सिनिया विषाणु में क्रोसित बन्ध (cross-linked) होता है। पेपो विषाणु (pepo virus), PM_2 जीवाणु भोजी (PM_2 bacteriophage) में बन्ध वृताकार डयूपलैक्स (closed circular duplex)।
3. एक सूत्रीय आर.एन.ए: ज्यादातर / विषमफलीय पादप विषाणु एवं कुछ जन्तु विषाणु में पाया जाता है। इसका सूत्र दो प्रकार का होता है : संक्रामक घनात्मक (infective positive strand) जैसे कि पादप विषाणुओं, आर.एन.ए. जीवाणु भोजी, पिकोरना विषाणु (Picorna virus) आदि में या असंक्रामक ऋणात्मक (non infecftive negative strand) जैसे कि रेहबडो विषाणु (Rhabdo virus), पेरामिक्सों विषाणु (Paramyxo virus) आदि में।
4. द्वि सूत्रीय आर.एन.ए. : यह जन्तु विषाणु जैसे कि रियोविषाणु (Reo virus), ब्लू टंग विषाणु (Blue tongue virus) आदि एवं पादप विषाणु जैसे कि बून्ड ट्युमर विषाणु (Wound tumour virus) राईस ड्वार्फ विषाणु (Rice dwarf virus) आदि में पाया जाता है।

   ➢ **आवरण (Envelope) :** कुछ विषाणुओं में प्रोटीन पेटिका के बाहर एक झिल्लीनुमा परत पाई जाती है। इस परत को आवरण (envelope) कहा जाता है। यह 100-150A^0 मोटी होती है और पोषक कोशिका (host cell) कि जीव द्रव्य कला (cell membrane) के समान होती है। यह आवरण पोषक कोशिका द्वारा निर्मित वसा और विषाणु द्वारा निर्मित प्रोटीन से बनी होती है। यह संरचना में फोस्फोलिपिड एवं प्रोटीन की द्विपरत्त (bilayer) जैसी होती है। इसमें 10nm लम्बें ग्लाइकोप्रोटीन शंकु (glycoprotein spikes) भी पाये जाते हैं। यह आवरण दो प्रकार से बनता है :

- मुकुलन (budding) द्वारा स्वतन्त्र होने वाले विषाणुओं में मुकुलन (budding) के समय विषाणु पोषक कोशिका की झिल्ली से आवरित हो जाते है।
- जो विषाणु कोशिका में से किसी अन्य तरीके से स्वतन्त्र होते हैं, उनमें आवरण किसी अनजान एवं नई विधि द्वारा (De novo) बनते हैं।

टोगा विषाणु (Toga virus), जीवाणुभोजी $\phi 6$ एवं PM_2, (bacterio phage $\phi 6$ & PM_2) हर्पीज विषाणु (Herpes virus), रेट्रोविषाणु (Retro virus), पोक्स विषाणु (Pox virus) आदि आवरित (envolped) विषाणुओं के उदाहरण है।

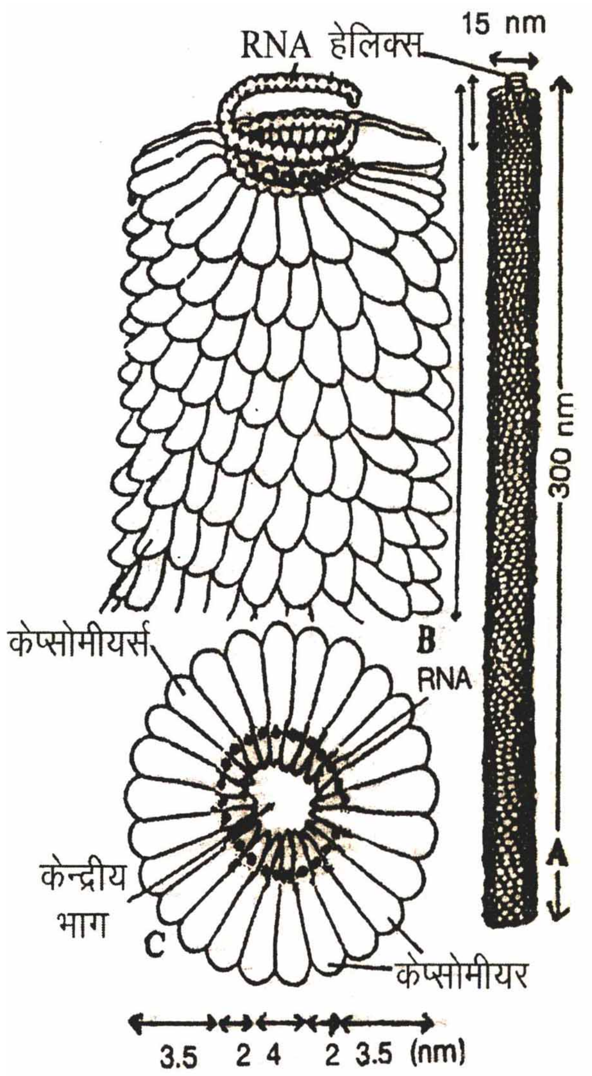
आवरण में प्रोटीन के अलावा कार्बोहाइड्रेटस (carbohydrates) जैसे कि, गेलेक्टोस, मेनोस, ग्लूकोस, ग्लूकोसामीन आदि भी पाये जाते हैं। यह शर्कराऐं ग्लाइकोप्रोटीन या

ग्लाइकोलिपिड के रूप में पाई जाती है। विषाणु आवरण में पाये जाने वाले वसा संयोजक (fat components) निम्न प्रकार के होते हैं

1. कोलेस्ट्रोल (Cholesterol)
2. फास्फोलिपिडस् (phospholipids): स्फिन्गोमाइलिन (sphingomyelin) फास्फोटिडाईल कोलीन (phosphotidy) आदि।
3. वसा अम्ल (fatty acids)
4. ग्लाइकोलिपिडस (glycolipids)
    - **विकर (Enzymes) :** कुछ विशेष विषाणुओं में विकर भी पाये जाते हैं। विषाणुओं में पाया जाने वाला सर्वप्रथम विकर न्यूरामिनिडेस (neuraminidase) था। यह इनफ्लूऐन्जा (Influenza) एवं पेरामिक्सों (Paramyxo) विषाणुओं में पाया गया। इसके पश्चात् केटस एवं आस्लन (Kates and Oslon) ने वैक्सिनिया (vaccinia) विषाणु में डी.एन.ए. पर निर्भर पोलीमरेज (DNA dependent polymerase) तथा आर.एन.ए. पोलिमरेस (RNA polymerase) की खोज की। अनेक जन्तु, पादप एवं कीट विषाणुओं में भी डी.एन.ए. एवं आर.एन.ए. पॉलीमरेस (RNA polymerase) की पहचान हुई। ये विकर डी.एन.ए. से संदेशवाहक आर.एन.ए. (messenger RNA) का निर्माण करते है। इस प्रकार के विकरों को ट्रान्सकिप्टेस (transcriptases) भी कहा जाता है। आर.एन.ए. ट्यूमर विषाणु (RNA Tumour virus) में एक नये प्रकार के ट्रान्सकिप्टेस की खोज हुई। यह विकर आर.एन.ए. से डी.एन.ए. का निर्माण करते हैं, अत: इसका नाम रिवर्स ट्रान्सकिप्टेस् (reverse transcriptas) रखा गया। विकर विषाणुओं के संक्रमण एवं वृद्धि (infection and growth) के लिये आवश्यक होते है।

7.2.7 पादप विषाणु की संरचना (Structure of Plant Virus)

तम्बाकू मोजेक विषाणु : इस विषाणु की खोज सर्वप्रथम इवानोवस्की (Ivanowski) ने 1892 में की थी। 1935 मे स्टेन्ले (Stanley) ने इसे शुद्ध रवेदार अवस्था (pure crystal form) में प्राप्त किया। यह दृढ़ नलिकाकार या छड़नुमा आकृति का होता है। इसकी पेटिका (capsid) की सममिति (symmetry) कुण्डलीनुमा (helical) होती है। इस खोखली छड़ का व्यास 15 nm होती है तथा यह पेटिका 2130 पेटिकांशो (capsomeres) से निर्मित होती है। हर पेटिकाश में 158 अमीनों अम्ल होते है और इनका आणविक भार लगभग 18000 डाल्टन (dalton) होता है। छड़ के 4nm चौड़े आन्तरिक खोखले क्रोड (internal hollow core) में आनुवांशिक पदार्थ पाया जाता है जो एक तन्तुकी आर.एन.ए. (single stranded RNA) प्रकार का होता हे।

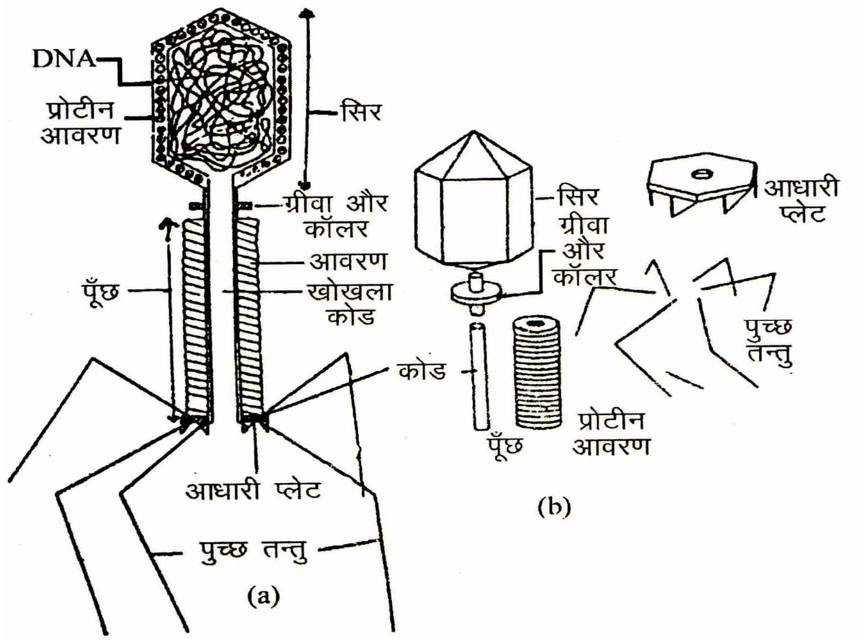


चित्र 7.2 तम्बाकू मोजेक विषाणु - संरचना

यह छड़ की पूरी लम्बाई में उपस्थित होता है एवं विषाणु का संक्रमणकारी (infectious) भाग होता है। यह विषाणु के 5% भार के लिये जिम्मेदार होता है। विषाणु का बाकी 95%' भार प्रोटीन से होता है। पेटिका की उपइकाइयाँ इस आर.एन.ए. कुण्डलिनी (RNA helix) के चारों ओर एक नियमित क्रम से व्यवस्थित होती है। आर.एन.ए. लगभग 6500 न्यूक्लिकयोटाईडस (nucleotides) से निर्मित होता हैं एवं इसका अणुभार 2.4 लाख होता है। विषाणु प्रोटीन का अणुभार 40 मिलियन होता है जो कि साधारण प्रोटीन से कई गुना ज्यादा होता है। यह विषाणु 10 मिनट तक 100^0 तापमान को सहन कर सकता है एवं 50 वर्षो तक निष्क्रिय अवस्था में रह सकता है (चित्र 7.2)।

7.2.8 जीकणुभोजी की सरंचना (Structure of Bacteriophage)

जीवाणुभोजी विषाणु (bacteriophages), जीवाणुओं में संक्रमण करते हैं। इनकी खोज 1915 में टवॉर्ट (Twort) एवं 1917 में डी. हेरेल (de' herelle) ने की थी। साधारणतया जीवाणु भोजी टेडपोल (Tadpole) के आकार के होते है परन्तु आकार के आधार पर इन्हें निम्न मुख्य प्रकारों में बाँटा जा सकता है।



चित्र 7.3 T4 जीवाणुभोजी की संरचना

- बहुफलीय सिर, पूँछ अनुपस्थित उदाहरण: F_2, R_{17}, Fr यह एकलरज्जुकी आर.एन.ए. विषाणु होते हैं एवं ϕ x 174 जो एकलरज्जुकी डी.एन.ए. विषाणु होते हैं।
- बहुफलीय सिर एवं संकुचनशील (contractile) पूँछ उपस्थित। उदाहरण टी सम जीवाणुभोजी (T even phages) यह द्विरज्जुकी डी.एन.ए. विषाणु होते हैं।
- बहुफलीय सिर एवं लम्बी असंकुचनशील (non-contractile) पूँछ उपस्थित T_1 T_5 यह द्विरज्यूकी डी.एन.ए. विषाणु होते है।
- बहुफलीय सिर, छोटी असंकुचनशील पूँछ उपस्थित। उदाहरण: T_2, T_7 यह द्विरज्जुकी डी.एन.ए. विषाणु होते हैं।
- नम्यतन्तु (flexible filament)। उदाहरण fd, M13, f, यह एकल रज्जूकी डी.एन.ए. प्रकार के विषाणु होते हैं।

T_4 जीवाणु भोजी का सिर (head) प्रिज्म सदृश्य (prismoid) होता है। इस षटकोणीय अनेक सतहों वाले सिर का परिमाप 95 x 65 nm होता है। सिर पूंछ (tail) से कॉलर (collar) द्वारा जुड़ी रहती है। पूंछ के नीचे एक षट्कोणीय पुच्छ अथवा आधार प्लेट (tail or base plate) लगी होती है। इसके निचली सतह से 6 लम्बे, नलिकाकार, $1500A^0$ लम्बे प्रोटीन के रेशे निकलते हैं जिन्हें पुच्छ अथवा कॉडल (tail or caudal) तन्तु (fibres)

कहा जाता है। यह तन्तु जीवाणुभोजी को पोषक कोशिका की सतह से चिपकाते हैं और जीवाणु भित्ति की पहचान एवं चयन में सहायक होते हैं। पूँछ का क्रोड 144 पेटिकांश (capsomers) से बना होता है। इन डी.एन.ए. विषाणुओं में साइटोसिन (cytoseine) के स्थान पर हाइड्रॉक्सी मिथाइल साइटोसिन (hydroxymethyl cytoseine) पाया जाता है। पेटिका (capsid) 2000 पेटिकांशो से बनी होती है। (चित्र 7.3)

7.2.9 विषाणुओं का जीवन चक्र एवं गुणन (Viral life Cycle and Multiplication)

विषाणु पोषक कोशिका के बाहर निष्क्रिय अवस्था में पाये जाते हैं अत: इनका जीवन चक्र कोशिका के संक्रमण से शुरू होता है और कोशिका में से मुक्त होने पर पूरा होता है। विषाणुओं के जीवन चक्र को निम्न अवस्थाओं में बांटा जा सकता है।

1. **विषाणु संचरण (Viral Transmission) :** एक पोषक कोशिका या प्राणी से दूसरी पोषक कोशिका या प्राणी में पहुँचने की क्रिया को संचरण कहते है। पादप विषाणु एक संक्रमित पौधे से दूसरे स्वस्थ पौधे पर निम्न तरीकों से संचरित होता है :

➢ **कीटो द्‌वारा (By insects) :** जब कीट पौधों से रस चूसते हैं अथवा पत्ती इत्यादि का भक्षण करते है तो पादप कोशिकाओं में स्थित विषाणु उनकी सूंड (proboscis) द्‌वारा लार ग्रन्थियों (salivary glands) में प्रवेश कर जाते है और अगली बार जब यह कीट किसी स्वस्थ पौधे का रस चूसते हैं तो वह उस स्वस्थ पौधें में स्थानान्तरित हो जाते हैं। इस प्रकार विषाणुओं का संचरण जैसे कि कुछ निश्चित कीट समूह जैसे कि पाद फुदक (plant hopper), ऐफिड (aphid) पात फुदक (leaf hopper), श्वेत मक्खी (white fly) आदि ही कर सकते हैं। कुछ महत्वपूर्ण पादप विषाणु एवं उनके वाहकों के उदाहरण :

- भिण्डी का पोत शिरा मोजेक विषाणु (Yellow vein mosaic virus of Abelmoschus) : बेमीशिया टिबेसी (Bemisia tabaci), श्वेत मक्खी।
- मक्का का मोजक विषाणु (Maize mosaic virus) : माइजस (Myzus), एफिड (Aphid)
- तम्बाकू का मोजेक विषाणु (Tobacco mosaic virus) मेलेनोप्लिस डिफ्रेनशिएलिस (Melamoples differentialis), घास फुदक (grass hopper)
- मक्का वामन मोजेक विषाणु (Maize stunt mosaic virus): बैकीकेन्डस (Brachycandus), एफिड (aphicd)

➢ **स्पर्श (Contact) :** फसलों में हवा चलने पर पौधे आपस में रगड़ खाते हैं जिनसे उनकी बाह्य त्वचा क्षतिग्रस्त हो जाती है और संक्रमित कोशिका का रस स्वस्थ कोशिका के स्पर्श में आता है। रस में स्थित विषाणु इस प्रकार स्वस्थ पौधें में स्थानान्तरित हो जाते है। पौधों की निराई, गुड़ाई, कटाई इत्यादि के समय काम लिये गये औजारों और यंत्रों से भी विषाणुओं का संचरण होता है। इस प्रकार का संचरण आलू, कुकरबिट, तम्बाकू आदि पौधों में आम है।

➢ **रोपड (Grafting) :** यह प्रक्रिया पौधों की कायिक प्रवर्धन (propagation) की एक विधि है जिसमें एक पौधा के स्कन्ध (stock) में दूसरे पौधे की कलम (scion) का रोपण किया जाता है और प्राकृतिक तरीके से ये दोनों आपस में जुड़ जाते हैं। अगर स्कन्ध या कलम में से कोई भी एक संक्रमित पौधे से लिया गया हो तो नया पौधा भी संक्रमित होगा।

➢ **अमरबेल (Cuscuta or Dodder) :** अमरबेल एक प्रकार का विषमपोषी परजीवी पौधा है जो अपने भोजन के लिये दूसरे पादपों पर आश्रित है। इसकी बेले एक पौधे से दूसरे पर आसानी से फैल जाती है और चूषकांगों (haustoria) द्वारा रस चूसती है। इस समय यह विषाणुओं का संचरण कर देती है।

➢ **बीजों एवं कायिक प्रवर्ध्यनों द्वारा (Seeds and Vegatative propagules) :** संक्रमित पौधे में बनने वाले बीजों के बीज चोल (seed coat), भ्रूणपोष (endosperm) अथवा भ्रूण (embryo) में विषाणु होते है और इन बीजों से बनने वाले पौधे स्वत: ही संक्रमित हो जाते है। इसी प्रकार संक्रमित पौधे के प्रवध्यों द्वारा कायिक प्रवर्धन जैसे कि कन्दों (tubers), धनकन्दों (corns), प्रकन्दों (bulbs) कर्तनों (stem cuttings) आदि से प्राप्त पौधे भी संक्रमित होते है।

➢ **कृमि एवं कवक (Nematodes and Fungi) :** मृदा में पाये जाने वाले संक्रामक कवक एवं कृमि संक्रमण के समय स्वस्थ पादप में विषाणुओं का प्रवेश करा देते हैं। उदाहरण लोंगीडोरस (Longidorus), जीफीनिमा (Xiphinema), ट्राइकोडेरस (Trichoderus) नामक कृमि। काइट्रिड समूह (chytrid group) की कवकें जैसे कि सिन्काईट्रियम एण्डोंबायोटिकम (Synchytrium endobioticum) जो पोटेटो वायरस X (Potato Virus X) एवं ओल्पिडियम ब्रेसिकी (Olpidium brassicae) जो टी.एम.वी. (TMV) एवं तम्बाकू का बौनापन विषाणु (Tobacco stunt virus) का संचरण करती हैं।

➢ **मृदा (Soil) :** कुछ विषाणु पादप मलबे (plant debris) के साथ मृदा में पड़े रहते है एवं विशिष्ट पोषक पौधों (specific host plant) के मिलने पर उसे संक्रमित करते है। उदाहरण : आलू मोजेक विषाणु (Wheat mosaic virus), जई मोजेक विषाणु (Oat mosaic virus) आदि। ऐसे विषाणु मृदोढ़ विषाणु (soil borne virus) कहलाते हैं।

➢ **परागकणों द्वारा (Pollen grains) :** संक्रमित पौधे के परागकणों से स्वस्थ पौधे में परागण (pollination) के द्वारा विषाणुओं का संचरण होता है। उदाहरण. उतकक्षयी वलय चकता विषाणु (necrotic ring spot virus), फली मौजेक विषाणु (Bean Mosaic virus) आदि।

➢ **एकान्तर पोषी पादप (Alternate hosts) :** कुछ विषाणु प्राथमिक पोषी पादपों में एकान्तर अथवा समपार्श्विक परपोषी (alternate or collateral host) द्वारा संचरित होते है जैसे कि : कुकरबिट मोजेक विषाणु (Cucurbit mosaic virus), भिण्डी का पीत शिरा विषाणु (Yellow vein mosaic of bhindi)।

जन्तु विषाणु एक प्राणी से दूसरे प्राणी में स्पर्श द्वारा, रक्त द्वारा, शारीरिक रसों द्वारा, कीटों द्वारा, भोजन अथवा पेय पदार्थो द्वारा, दूषित जल, हवा, संक्रमित सूई, असुरक्षित यौन संबंधों, एकान्तर पोषी आदि के द्वारा संचरित होते है।

उदाहरण: एच.आइ.वी. अथवा ह्यूमन इम्युनो डेफिशियेन्सी विषाणु (HIV) : अप्राकृतिक एवं असुरक्षित यौन संबंधों के द्वारा, संक्रमित सूई के द्वारा, माता से बच्चे को अपरा (placenta) आदि के द्वारा संचरित होता है। इनफ्लूऐन्जा विषाणु स्पर्श, हवा एवं संक्रमित कपड़ों आदि के द्वारा संचरित होता है। हेपेटाइटिस बी (hepatitis B) का विषाणु संक्रमित रक्त अथवा संक्रमित सूई के द्वारा फैलता है। दस्त रोग (viral dysentery) का विषाणु दूषित जल अथवा भोजन के द्वारा फैलता है। इसी प्रकार छोटी माता, बड़ी माता, खसरा (Chicken pox, small pox, measles) आदि के विषाणु हवा, स्पर्श आदि से फैलते है। ज्यादातर हवा में संक्रमण छींक या

खाँसी के द्वारा आता है। विषाणु, लार के साथ मिलकर बहुत सूक्ष्म एवं अत्यन्त भार हीन (minute and light) बूंदों के रूप में हवा में फैले रहते है। स्वस्थ व्यक्ति साँस लेते समय इन बूँदों को भी अपने शरीर में ले लेता है। इस प्रक्रिया को ड्रोपलेट संक्रमण (droplet infection) कहते हैं।

2. **संक्रमण (Infection) :** विषाणु आनुवांशिक पदार्थ की प्रतिकृति के लिये यह आवश्यक है कि वह परपोषी कोशिका में पहुँच कर, परपोषी कोशिका के प्रोटीन संश्लेषण तंत्र का उपयोग कर सके। परपोषी कोशिका में विषाणु आनुवांशिक पदार्थ के प्रवेश के प्रवेश को संक्रमण कहते हैं। पादप एवं जन्तु विषाणु के कण संपूर्ण कोशिका में प्रवेश करते हैं। जीवाणुभोजीयो में प्रोटीन पेटिका परपोषी कोशिका के बाहर छूट जाती है और सिर्फ आनुवांशिक पदार्थ ही कोशिका में प्रवेश करता है।

➢ **पादप विषाणु द्वारा संक्रमण :** सम्पूर्ण विषाणु कणों का कोशिकाओं में अपघटन नहीं होता है इसलिये ये विषाणु पेटिक सहित संपूर्ण कण (complete particle) के रूप में कोशिका में प्रवेश करते है। संक्रमण के लिये परपोषी कोशिका में कोशिका भित्ति की क्षति होना आवश्यक है। यह क्षतिघाव (wounding), कीटों, रगड़ या अन्य किसी बाह्य कारकों के द्वारा होती है और इस जगह से विषाणु कोशिकापायन (pinocytosis) के द्वारा कोशिका में पहुँच जाते हैं। इस क्षतिग्रस्त जगह को संक्रमणशील जगह (infectible sites) कहा जाता है।

➢ **जन्तु विषाणु द्वारा संक्रमण :** जन्तुओं में कोशिका भित्ति नह। पाई जाती है, अत: विषाणु भक्षाणुशन (phagocytosis) द्वारा कोशिका में पहुँच जाते हैं। यह रक्त में मुक्त विचरण कर एक अंग से दूसरे अंगों तक भी पहुँच सकते है। इसके अलावा एक कोशिका से दूसरी कोशिका में यह मुकुलन की विधि द्वारा भी पहुँच सकते हैं। संक्रमित कोशिका से मुकुलन द्वारा मुक्त होते वक्त यह कोशिका झिल्ली की एक परत द्वारा आवरित हो जाते है। यह झिल्ली दूसरी स्वस्थ कोशिका से आसानी से जुड़ जाती हैं और पूर्ण विषाणु कण कोशिका में प्रवेश कर जाता हैं।

➢ **जीवाणु भोजी द्वारा संक्रमण :** जीवाणुभोजीयों में पेटिका बाहर रहती है। जीवाणुभोजी के पुच्छ तन्तु परपोषी कोशिका की सतह पर आकर टकराते हैं। अगर परपोषी कोशिका के विशिष्ट ग्राही क्षेत्र (specific receptor sites) विभोजी के पुच्छ तन्तुओं के अणुओं के विन्यास के स्वरूप (complementary) होते हैं तो पुच्छ तन्तु कोशिका की सतह पर अधिशोषित (adsorb) हो जाते हैं।

विभोजी पुच्छ आच्छद दो तरह के प्रोटीन से निर्मित होता हैं।

- बाह्य संकुचनशील (outer contractile)
- आंतरिक दृढ़ (inner rigid)

विभोजी के पुच्छ तन्तु भी संकुचनशील (contractile) होते हैं और आनुवांशिक पदार्थ को परपोषी में प्रवेश कराने के समय यह मुड़ जाते हैं। यह प्रक्रिया पूँछ के आच्छद (sheath) के सिकुड़ने की वजह से होती है। बाह्य संकुचनशील आच्छद के प्रोटीन संकुचित (contract) हो जाते हैं। इस प्रक्रिया से पुच्छ तन्तु 90^0 के कोण पर मुड़ जाते हैं।

पुच्छ तन्तुओं के मुड़ने से पुच्छ प्लेट कोशिका भित्ति पर आकर कर सट जाती हैं और पुच्छ शंकुओं (tail pins) के द्वारा भित्ति से जुड़ जाती है। आन्तरिक दृढ़ प्रोटीन से बना पुच्छ क्रोड (tail core) एक नूकीली सूई के समान क्रिया करते हुये कोशिका भित्ति एवं झिल्ली में छिद्र

कर कोशिका में पहुँच जाता है। यह एक खोखली नलिका (hollow tube) समान होता है और इस नलिका में होते हुए आनुवांशिक पदार्थ कोशिकाद्रव्य में पहुँच जाता है।

विभोजी का सिर एवं पुच्छ कोशिका के बाहर ही रह जाते हैं और उन्हें प्रेत (ghost) कहा जाता हैं। जिन विभोजीयों में पुच्छ संकुचनशील नहीं होती है (जैसे कि T_2 & T_5) उनमें संभवत: न्यूक्लिक अम्ल का स्थानान्तरण कोशिका की बाह्य एवं आंतरिक झिल्लियों (outer and inner membrance) के बीच की जगह पर किया जाता हैं जहाँ से न्यूक्लिक अम्ल कोशिका में प्रवेश कर जाता है। पुच्छ रहित विभोजीयों में प्रोटीन पेटिका का अपघटन होता है एवं आनुवांशिक पदार्थ को भित्ति पर विमुक्त कर दिया जाता है। यह मुक्त न्यूक्लिक अम्ल बाद में कोशिका में प्रवेश कर जाता है।

कुछ तन्तुमय छड़नुमा विभोजी पूर्ण रूप से कोशिका में प्रवेश करते हैं और कोशिका के अन्दर पेटिका का अपघटन के बाद आनुवांशिक पदार्थ कोशिका द्रव्य में विमुक्त होता हैं। उदाहरण : Fd, M_{13}।

3. **विषाणु का गुणन (Viral multiplication) :** कोशिका द्रव्य में पहुँचने के पश्चात पूर्ण कणों की प्रोटीन पेटिका का अपघटन हो जाता है और विषाणु न्यूक्लिक अम्ल जीवद्रव्य से मुक्त हो जाता है। क्योंकि इस समय विषाणु न्यूक्लिक अम्ल को अलग से पहचाना नहीं जा सकता है, इसलिए इस अवस्था को ग्रस्त अवस्था (eclipse stage) कहा जाता है। इस अवस्था में न्यूक्लिक अम्ल अपनी प्रतिकृतियों का निर्माण करता है अत: इस अवस्था को विषाणु प्रतिकृति (viral replication) की अवस्था भी कहा जाता हैं। इसे निम्न भागों में बाँटा जा सकता है।

➢ **विषाणु आनुवांशिक पदार्थ की प्रतिकृति (viral nucleic acid replication) :** न्यूक्लिक अम्ल की प्रतिकृति के लिये कुछ विषाणु स्वयं के पोली मरेज विकरों (polymerase enzymes) का इस्तेमाल करते हैं और कुछ पोषी कोशिका के पोलिमरेज काम में लेते हैं। प्रतिकृती इस पर भी निर्भर करती है कि न्यूक्लिक अम्ल एकल या द्विरज्जुकी है और आर.एन.ए. अथवा डी.एन.ए. है।

एकल रज्जुकी रक्खी आर.एन.ए. विषाणु (ss RNA virus)

यह दो प्रकार के होते है :

▪ **संक्रामक या घनात्मक तन्तु (infective or plus strand) :** यह तन्तु कोशिका में प्रवेश करते ही संदेशवाहक आर.एन.ए. (mRNA) के समान कार्य करने लगता हैं और परपोषी कोशिका के प्रोटीन संश्लेषण तंत्र को उपयोग में ले कर अग्र प्रोटीन (early proteins) का निर्माण करता है।

यह प्रोटीन दो कार्य करते हैं। सर्वप्रथम यह पोषी कोशिका के प्रोटीन संश्लेषण को (inhibit) कर देते हैं। उसके पश्चात् यह (-) तन्तु (minus strand) के संश्लेषण में काम आते हैं। इस समय इन्हें (RNA replicase) आर.एन.ए. रेपलिकेस कहा जाता है। (-) तन्तु अब दुबारा (+) तन्तु के निर्माण के लिये टेम्पलेट (template) का कार्य करता है। रेपलिकेस विकर अब सिन्थेस (synthase) का कार्य कर (+) तन्तु का निर्माण करते हैं। इस प्रकार कोशिका में अनेक विषाणु आर.एन.ए. एकत्रित हो जाते हैं।

- **असंक्रामक अथवा ऋणात्मक तन्तु (non infective or minus strand) :** यह तन्तु संदेशवाहक आर.एन.ए. (mRNA) के सदृश्य कार्य नहीं कर सकता है। उसे पहले (+) तन्तु का निर्माण करना पड़ता है इसके लिये हर (-) तन्तु, विषाणुओं में आर.एन.ए. पोलीमरेज विकर (RNA polymerase enzyme) पाया जाता है। इस पोलीमरेज की सहायता से वह पहले (+) तन्तु का निर्माण करते हैं जिनसे फिर (-) तन्तु का निर्माण किया जाता है। कुछ आर.एन.ए. विषाणु रेट्रोविषाणु (Ratro virus) होते हैं। इनमें रिवर्स ट्रान्सक्रिपटेस विकर (revene transcription enzyme) पाया जाता है। इस विकर की सहायता से पहले विषाणु आर.एन.ए. के ऊपर डी.एन.ए. के एक तन्तु का संश्लेषण किया जाता है। यह डी.एन.ए. विषाणु आर.एन.ए. की प्रतिकृति होता है और इस वजह से यह द्विरज्जुकी तन्तु डी.एन.ए. - आर.एन.ए. हाईब्रिड (RNA-DNA hybrid) कहलाता है। रिवर्स ट्रान्सेक्रिपटेस अब राइबोन्यूक्लियेस (ribonuclease) सदृश्य कार्य करता है इस द्विरज्जुकी हाइब्रिड तन्तु से आर.एन.ए. का अपघटन (degeneration) कर देता है। बचे हुये डी.एन.ए. पर अब विषाणु डी.एन.ए. के विन्यास के स्वरूप (complementary) तन्तु का संश्लेषण होता है और इस तरह द्विरज्जुकी विषाणु डी.एन.ए. का निर्माण होता है।
- **स. द्विरज्जुकी आर.एन.ए. विषाणु (ds RNA virus) :** इन विषाणुओं में आर.एन.ए. (RNA dependent) आर.एन.ए. पालिमरेज (RNA polymerase) पाया जाता है जिसकी सहायता से यह संदेशवाहक आर.एन.ए. (mRNA) का निर्माण करते हैं।
- **डी.एन.ए. विषाणु (DNA virus) :** डी.एन.ए. विषाणुओं में डी.एन.ए. की प्रतिकृति विभिन्न प्रकार से हो सकती है। कुछ विषाणु जैसे कि एडिना, हरपीस आदि पोषक कोशिका के पॉलिमरेज की सहायता से mRNA का निर्माण करते हैं। यह mRNA विषाणु अग्र प्रोटीन (early proteins) का संश्लेषण करते हैं। विषाणु न्यूक्लिक अम्ल के निर्माण के बाद mRNA समयोत्तर प्रोटीन (late proteins) का संश्लेषण करता है। यह विषाणु पेटिका प्रोटीनस होते है और पेटिकाशों का निर्माण करते है। पूर्ण विषाणु कण के बन जाने के उपरान्त यह प्रोटीन लाइटिक अथवा लयनकारी (lytic) विकर के समान कार्य करते हैं और विषाणुओं के मुक्त होने के लिये कोशिका भित्ति का लयन करते हैं।

4. **परिपक्वन एवं समायोजन (Maturation and assembly) :** जब विषाणु जीनोम एवं पेटिका प्रोटीन काफी मात्रा में बन जाते हैं तो नये विषाणु कणों का समायोजन होता है। विषाणु न्यूक्लिक अम्ल को पेटिका मे भरा (packaging) जाता है। यह प्रक्रिया पोषक कोशिका के केन्द्रक उदाहरण : एडीनो विषाणु (adeno virus) या जीवद्रव्य उदाहरण : पोक्स विषाणु (Pox virus) में हो सकती है। ज्यादातर पहले पेटिका के कुछ भाग का निर्माण होता है और विषाणु इसमें विषाणु जीनोम को जोड़ दिया जाता है। फिर पेटिका के बाकि भाग का निर्माण होता है। यह विषाणु कण अब कोशिका में एकत्रित हो जाते हैं और विषाणु कोशिका में फिर से दिखाई देते हैं। यह ग्रस्त अवस्था (eclipse stage) की समाप्ति का संकेत है।
5. **विषाणु कणों का विमोचन (Release of viral particles) :** पादप विषाणु एक कोशिका से दूसरी कोशिका में जीवद्रव्य तन्तु (plasmodesmata)के द्वारा स्थानान्तरित हो जाते हैं। इन

विषाणुओं में केवल न्यूक्लिक अम्ल ही दूसरी कोशिका में जोते हैं। प्रोटीन पेटिका कोशिका द्रव्य में ही रहता है। इस प्रकार संक्रमण पादप में फैल जाता है। पूर्ण विषाणु कण एक पादप से दूसरे पादप में कीटों, रगड़ इत्यादि द्वारा संचरित हो जाते हैं।

जन्तुओं ने विषाणु ज्यादातर रक्त वाहिनीयों में प्रवेश कर जाते है और पूरे शरीर में फैल जाते हैं। पोषक कोशिका से उनका विमोचन कोशिका झिल्ली का लयन (lysis) कर या फिर मुकुलन (budding) द्वारा हो सकता है। कोशिका झिल्ली के लयन से पोषक कोशिका की मृत्यु हो जाती हैं। लयन का कार्य लयनकारी प्रोटीन करते है। आवरित विषाणु मुकुलन के द्वारा मुक्त होते है।

7.2.10 जीवाणुभोजी का जीवन चक्र

जीवनचक्र के आधार पर विभोजीयों को दो प्रकार में बाँटा गया है :

- **उग्र (virulent) विभोजी :** संक्रमण से पोषक कोशिका का लयन (host cell lysis) होता है और नये कण मुक्त होते है।
- **संयत (temperate) विभोजी :** संक्रमण में नये कणों का निर्माण नही होता है, विभोजी जीनोम, पोषक कोशिका के न्यूक्लिक अम्ल में जुड़ जाता है। कोशिका लयन नहीं होता।

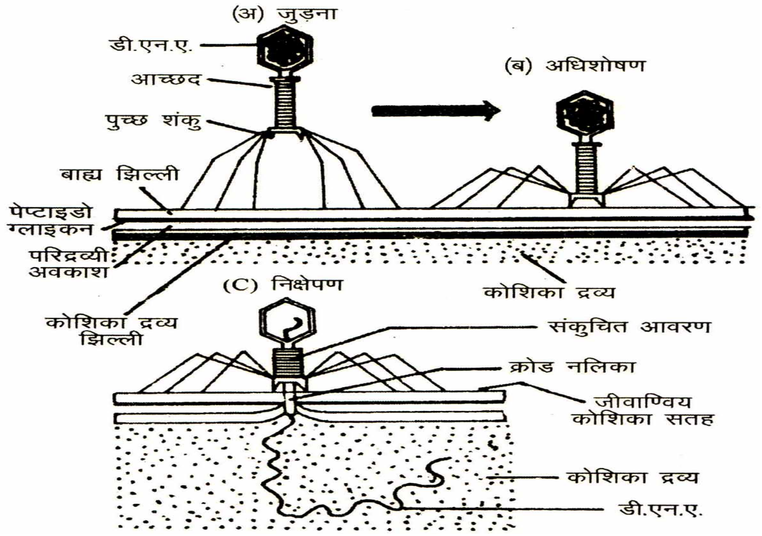
जीवाणुभोजी दो प्रकार की वृद्धि या जीवन चक्र दर्शाते हैं

1. लयन अथवा विघटन कारी (lytic)
2. लयकारी (lysogenic)

1. विघटन या लयनकारी जीवाणुभोजी का जीवन चक्र (lytic cycle of bacteriophage)

इस प्रक्रिया में निम्न चरण होते हैं :

- अधिशोषण एवं जुड़ना (adsorption and attachment)



चित्र 7.4 जीवाणुभोजी द्वारा संक्रमण की प्रक्रिया :

(अ) पुच्छ तन्तु की सहायता से परपोषी की सतह पर भोजी का अधिशोषण

(ब) परपोषी सतह के साथ अन्त: प्लेट (end plate) का सम्पर्क

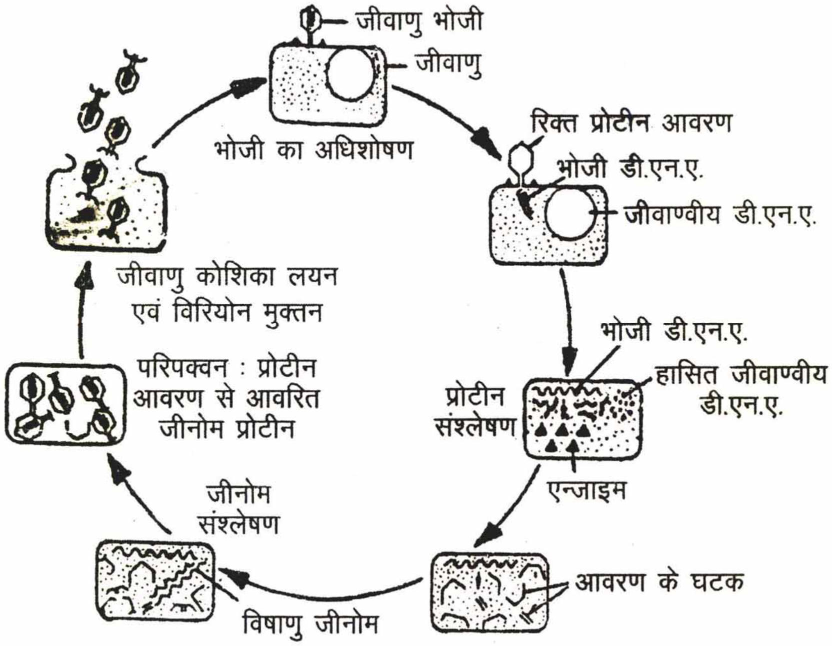
(स) परपोषी कोशिका के भीतर भोजी न्यूक्लिक अम्ल का स्थानान्तरण

- विभोजी जीनोम का परपोषी कोशिका में प्रवेश (entry of viral genome in host cell)
- पोषक कोशिका का विभोजी उत्पादक कोशिका में परिवर्तन (conversion of host cell into phage producing cell)
- विभोजी प्रोटीन एवं न्यूक्लिक अम्ल का निर्माण (production of phage proteins and nucleic acid)
- विभोजी कणों का समायोजन (assembly of phage particles)
- पोषक कोशिका का लयन एवं विभोजी कणों का विमोचन (lysis of host cell and release of phage particles)

विघटनकारी चक्र का मुख्य बिन्दु है, पोषक कोशिका के लयन द्वारा विभोजी का विमोचन। इसमें जीवाणु कोशिका का हरदम क्षय (death) होता है।

यदि किसी कारण, जैसे कि उच्च तापमान, रेडियोधर्मी (radioactive) विकिरणों, पराबैंगनी प्रकाश (ultraviolet light) आदि की वजह से दमनकारी-प्रोटीन निष्क्रिय हो जाये तो विभोजी एक बार फिर से लयनकारी जीवन चक्र में प्रवेश कर जाता है। विभोजी के नये कणों का निर्माण होता है और जीवाणु कोशिका नष्ट हो जाती है।

विभोजी के इस गुण के कारण संयत विभोजी (temperate phages) को जीन (genetic engineering) में आनुवांशिक पदार्थो को एक कोशिका से दूसरी में ले जाने के लिये प्रयोग किया जाता है। इसे अपमार्जक (scavenger) के रूप में भी इस्तेमाल किया जाता हैं क्योंकि यह रोगजनक जीवाणु का क्षय करती हैं। गंगा जल की शुद्धता का राज भी जल में विभोजी कणों का होना है। अंतरिक्ष अभियानों में इसे विकिरण सूचक (radiation detector) के रूप में काम लिया जाता है। विभोजी नुकसानदायक भी होते हैं। यह प्रतिजैविकों के उत्पादन में रूकावट पैदा करते है, जीवाणुओं में प्रतिजैविकों के प्रति (resistance) पैदा करते है।



7.5 जीवाणुभोजी का लयकारी (lysogenic) तथा लयनकारी (lytic) जीवन चक्र

7.2.11 विषाणुओं का वर्गीकरण (Viral Classification)

विषाणुओं का विभिन्न प्रकार से वर्गीकरण किया जाता है। सबसे सरल वर्गीकरण विषाणु के परपोषी परिसर (host range) रोगिक एवं महाभारिक (climical and epidemiological) एवं वेकृत (pathological) लक्षणों के आधार पर किया गया है। इस वर्गीकरण के अनुसार विषाणुओं के चार वर्ग होते है:

- पादप विषाणु (plant virus) : केवल पादपों में संक्रमण करते है।
- अकशेरूकी विषाणु (invertebrate virus) : अकशेरूकी जन्तुओं की संक्रमित करते है।
- कशैरूकी विषाणु (vertebrate virus) : इन विषाणुओं के परपोषी कशैरूकी जन्तु होते है।
- द्वैत-परपोषी विषाणु (dual-host virus) : ये विषाणु दो विभिन्न परपोषियों पर अपना जीवन चक्र पूरा करते है।

विषाणुओं को बर्गीज मेन्युअल 1948 (Bergey's Manual 1948) के अनुसार होल्मस् Holmes ने गण वाइरेल्स् (order virales) और तीन उपगणों (sub-orders) में विभाजित किया था :

- फैजिनी (phaginae) : यह जीवाणुभोजी विषाणुओं का समूह था।
- जूफैजिनी (zoo-phaginae) : ये विषाणु केवल मनुष्यों एवं जन्तुओं को संक्रमित करते थे।
- फाइटोफैजिनी (phytophaginae) : पादपों की संक्रमित करने वाले विषाणु।

वर्तमान वर्गीकरण विषाणुओं के निम्न गुणों पर आधारित है:

1. न्यूक्लिक अम्ल का प्रकार
2. न्यूक्लिक अम्ल का अणुभार
3. विषाणु कण का आकार एवं माप
4. विषाणु सममिति
5. पेटिकांश की संख्या
6. न्यूक्लिक अम्ल कुण्डलिनि (nucleic acid coil) का व्यास (diameter)
7. आवरण उपस्थित अथवा अनुपस्थित
8. अन्तर कोशिकीय प्रवर्धन (intracellular multiplication) की स्थिति
9. ताप निक्रियता बिन्दु (temperature inactivation point)
10. संचरण विधि (method of transmission)
11. संक्रमण के लक्षण (symptoms of infection)

1965 में विषाणु नाम प्रणाली की अस्थायी समिति (Provisional committee of Nomenclature of virus; PCNV) ने ल्वॉफ, होंन एवं तोरनिये (Lwoff, Horne and Tournier 1962) द्वारा सुझाई गई वर्गीकरण पद्धति को मान्यता दी। इस पद्धति में विषाणुओं को निम्न गुणों के आधार पर वर्गीकृत किया गया था:

1. आनुवंशिक पदार्थ
2. सममिति
3. न्यूक्लियोंकेप्सिड
4. विश्लेषणात्मक आँकड़े

इस वर्गीकरण की रूपरेखा इस प्रकार थी:-

संघ वायर (Phylum vira)

- डीआक्सीवायरा (Deoxyvira) (डी.एन.ए. विषाणु)
  - संवर्ग (Class)
    - कुण्डलीदार विषाणु (Helical virus) गण (order
      - Chaetovirales (आवरण युक्त विषाणु)
        - कुल (family) Pox viridae
    - धनाम विषाणु (Deoxycubica) गण (order)
      - Haplovirales (आवरण रहित विषाणु)
        - कुल (family) Microviridae, Parpoviridae, Papilloviridae, Adenoviridae, Iridoviridae, Inoviridae
    - बाइनल विषाणु (Deoxybinala) गण (order)
      - Urovirales (आवरण रहित विषाणु कुल)
        - कुल (family) Phagoviridae
- (Ribovira) राइबोयरा (आर.एन.ए. विषाणु)
  - संवर्ग (Class)
    - Ribohelica (कुण्डलीदार विषाणु)
      - गण (order)
        - Rhabdovirales (छड़नुमा एवं आवरण रहित)
          - उपगण (Suborders)
            - 1. Rigidovirales (दृढ़ आकारिय) कुल (family) Dolichoviridae, Protoviridae, Pachyviridae
            - 2. Sogovirales (आवरण युक्त) कुल (family) Myxoviridae, Paramyxoviridae, Stomatoviridae
            - Flexivirales (नग्न आकारिय) कुल (family) Meroviridae, Feptoviridae, Adroviridae
    - Ribohelica (धनाभ विषाणु)
      - गण (order)
        - Gymovirales (आवरण रहित विषाणु)
          - कुल (family)
            - Napoviridae, Reoviridae
        - Togovirales (आवरण युक्त विषाणु)
          - कुल (family)
            - Arboviridae

वर्तमान में बाल्टीमोर (Baltimore) की वर्गीकरण पद्धति को काम में लिया जाता है। इस पद्धति के तहत विषाणुओं को न्यूक्लिक अम्ल के प्रकार, रज्जूओं की संख्या और प्रतिकृति के तरीके के आधार पर सात वर्गो में रखा गया है। इन वर्गो को रोमन अंको का नाम दिया गया है।

वर्ग I : द्विरज्जूकी डी.एन.ए. विषाणु (double stranded DNA virus)

वर्ग II : एकलरज्जूकी डी.एन.ए. विषाणु (single stranded DNA virus)

वर्ग III : द्विरज्जुकी आर.एन.ए. विषाणु (double stranded RNA virus)

वर्ग IV : धनात्मक एकलरज्जूकी आर.एन.ए. विषाणु (positive sense single stranded RNA virus)

वर्ग V : ऋणात्मक एकल रज्जुकी आर.एन.ए. विषाणु (negative sense single stranded RNA virus)

वर्ग VI : रिवर्स ट्रॉन्सक्राईबींग डीप्लोइड एकल रज्जुकी आर.एन.ए. विषाणु (reverse transcribing diploid single stranded RNA virus)

वर्ग VII : रिवर्स ट्रॉन्सक्राईबींग गोलाकार द्विरज्जुकी आर.एन.ए. विषाणु (reverse transcribing circular double stranded RNA virus)

विषाणु नामकरण की अन्तर्राष्ट्रीय समिति (International committee on Taxonomy of viruses) ने 1990's में कुछ नियम बनाये। इन नियमों के अनुसार विषाणु वर्गीकरण गण (order) से शुरू होता है और टेक्सॉन (taxon) को (italics) में लिखते है:

गण (order)	–	वायरेल्स् (virales)
कुल (family)	–	विरिडी (viridae)
उपकुल (sub family)	–	वरिनी (virinae)
वंश (genus)	–	वायरस (virus)
जाति (species)	–	वायरस (virus)

7.2.12 विषाणुओं का नामकरण (Viral Nomenclature)

विषाणुओं के लगभग 80 कुल और 4000 स्पीशीज को खोजा जा चुका है। इनका नामकरण पहले बहुत सरल तरीके से किया जाता था। विषाणु के नाम का पहला शब्द परपोषी या रोग का नाम होता था और दूसरा अक्षर रोग के लक्षण का, जिसके बाद वायरस शब्द लगा दिया जाता था। उदाहरण: तम्बाकू मोजेक वायरस, भिण्डी पीरा शिरा वायरस, हर्पिस वायरस आदि। 1968 में गिब्स एवं हेरिसन (Gibbs and Harrison) ने एक नई प्रणाली शुरू की। इसके अनुसार विषाणु का नाम दो भागों में बाँटा जाता है:

पहला भाग : विषाणु का प्रचलित नाम (common name)

दूसरा भाग : विषाणु के बारे में सांकेतिक सूचना (coded information) इसे बीजलेख (cryptogram) कहते है।

पहले भाग में कोई परिवर्तन नहीं हो सकता है, किन्तु दूसरे भाग में नई सूचनाओं के आधार पर समयानुसार परिवर्तन किया जा सकता है।

इस बीजलेख में सांकेतिक सूचना के चार युग्म (four pairs coded information) होते है।

पहला युग्म (1st pair)	:	न्यूक्लिक अम्ल का प्रकार / रज्जूओं की संख्या
दूसरा युग्म (2nd pair)	:	न्यूक्लिक अम्ल का आण्विक भार / प्रतिशत मात्रा
तीसरा युग्म (3rd pair)	:	विषाणु का आकार / न्यूक्लिक अम्ल का आकार
चौथा युग्म (4th pair)	:	परपोषी का प्रकार / संचरण का वाहक (transmission vector)

उदाहरण : R/1 : 2/5 : E/E : S/S = TMV

R/1	=	RNA/single strand	:	ssRNA विषाणु
2/5	=	2 लाख / 5%	:	न्यूक्लिक अन्त का अणुभार 2 लाख एवं 5070 मात्रा
E/E	=	Elongated/Elongated	:	विषाणु एवं न्यूक्लिक अम्ल दीर्घित आधार के
S/S	=	Spermatophytes/cell sap	:	बीजयुक्त पादप परपोषी और बीजयुक्त पादप परपोषी और

7.2.13 भोजी का आर्थिक महत्त्व (Importance of Phages)

1 संयत विभोजी (temperate phase) जीवाणुओं में आनुवंशिक पदार्थ के पराक्रमण (transduction) में सहायक होते है।

2 ये प्रदूषित जल में उपस्थित रोगजनक जीवाणुओं (pathogenic bacteria) का लयन (lysis) करते हैं अत: इन्हें अपमार्जक (scavenger) के रूप में प्रयोग किया जा सकता है। गंगा नदी के जल में अत्यधिक मात्रा में इनकी उपस्थिति इस जल को शुद्वता प्रदान करती है।

3 अंतरिक्ष सूक्ष्मजैविकी (space microbiology) में लयजनक संवर्धो (lysogenic cultures) को विकिरण संसूचक (radiation detector) के रूप में प्रयोग किया जाता है।

4 प्रतिजैविकों (antibiotics) के उत्पादन में विभोजी रूकावट पैदा करते हैं।

7.2.11 बोध प्रश्न

1. विषाणु का शाब्दिक अर्थ क्या है?
2. विषाणुओं के महत्वपूर्ण सामान्य लक्षण लिखिए।
3. विषाणुओं में आनुवंशिक पदार्थ किस प्रकार का होता है?
4. विषाणुओं को सजीव एवं निर्जीव के बीच की कड़ी क्यों कहा जाता है?
5. टवोर्ट-डी-हेरेल परिघटना किसे कहते है?
6. सबसे छोटे एवं सबसे बड़े पादप एवं जन्तु विषाणुओं के नाम लिखिए।
7. आवरित विषाणुओं के उदाहरण लिखिए।
8. विषाणुओं में पाया जाने वाला प्रथम विकर कौनसा था तथा यह किन विषाणुओं में पाया गया?

9.	जीवनचक्र के आधार पर विभोजियों के प्रकार बताइए।
10.	जीवाणुभोजी के जीवनचक्र के प्रकार बताइए।

7.3 माइकोप्लाज्मा (Mycoplasma)

7.3.1 प्रस्तावना

माइकोप्लाज्मा सबसे छोटे स्वतन्त्र प्रतिकृति करने वाले एक कोशिकीय असीम केन्द्रकी (self replicating, unicellular, prokaryotic) जीव हैं। इनमें कोशिका भित्ति का अभाव होता है, इस कारण यह बहु-आकृतिक (pleomorphic) होते हैं।

मोरोविट्ज एवं वालेस 1973 (Morowitz & Wallace) का यह मानना है कि माइकोप्लाज्मा का जन्म उन जीवाणुओं से हुआ है जो पेप्टाईडोग्लाइकन वाली कोशिका भित्ति के उद्गम से पहले पाये जाते (exist) थे। इसी प्रकार एक मत यह भी है कि वे जीव भित्ति युक्त जीवाणु से भित्ति के अपघटन द्वारा जन्मे हैं (नीमार्क 1983 Neimark)। 16S rRNA के अध्ययन से अब यह साबित हो गया है कि ये जीव ग्राम ग्राही (gram positive) जीवाणुओं की कोशिका भित्ति के अपघटन (degeneration) के कारण उत्पन्न हुए थे।

7.3.2 माइकोप्लाज्मा की खोज का इतिहास (History of Discovery of Mycoplasma)

1713 में जर्मनी एवं स्विटजरलैंड (Germany and Switzerland) में एक भयानक बीमारी ने लाखों पशुओं की जान ले ली। इस रोग का नाम 'कन्टेजियस बोवाइन प्लेरोन्यूमोनिया जी (contagious bovine pleuropneumonia) था। अठारहवीं सदी तक यह समूचे यूरोप में फैल गई थी। पाश्चर में इसके रोगकारक को तो खोज निकाला पर वे उसकी पहचान नहीं कर पाये। इस रोग कारक को प्लेरोन्ययूमोनिया जी (pleura pneumonia organism PPO) का नाम दिया गया। इसके बाद हर उस जीव को जो देखने में और संवर्धन प्रकृति (nature of culture) मे जैसा होता था उसे प्लेरोन्ययूमोनिया जैसा जीव (pleuropneumonia-like organism, PPLO) कहा जाने लगा। PPLO के पहले स्ट्रेन (strain) का 1898 में पाश्चर इंस्टीट्यूट में पहली बार पृथक्करण किया गया। इस समय तक वैज्ञानिकों को विषाणुओं के बारे में पता चल गया था इसलिये लम्बे अरसे तक इस जीव का अध्ययन विषाणु मान कर किया गया।

1898 में नोकॉर्ड और रॉक्स (Nocard and Roux) ने सबसे पहली बार संक्रमित पशुओं के फेफड़ों के पानी (pleural liquid) में से CBPP के रोग कारक का पोषक माध्यम (culture medium) में पृथक्करण कर उसका संवर्धन किया। इस प्रयोग द्वारा इन जीवों के विषाणु होने की अफवाह खत्म हो गई। इसी प्रकार के जीव दूसरे पशुओं जैसे कि भेड़, कुत्ता, बकरी, चूहा आदि में भी पाये गये। 1930 में भी इस जीव के संक्रमण की पुष्टि हुई और 1939 में स्वीफ्ट (Swift) एवं ब्राउन (Brown) ने रहयूमेटिसम् (rheumatism) के रोगी में

से माइकोप्लाज्मा का पृथक्करण किया और यह सुझाया कि हड्डियों के इस रोग का कारक माइकोप्लाज्मा हैं। 1910 में बोरेल और साथी (Borrel et al) ने इस जीव को नाम एसटेरोकोकस माइकोईडिस (Asterococcus mycoides) नाम दिया एवं इनकी आकृति का वर्णन किया। जीनस के नाम को माइकोप्लाजमा कहने का श्रेय सर्वप्रथम नोवॉक (Novak, 1929) को जाता है। एडवर्ड एवं फ्रायन्डट (Edward and Freundt) ने 1956 में सरकारी तौर पर इस रोग के जीवाणु का नाम माइकोप्लाज्मा (ग्रीक माइकस (Mykes = कवक और प्लाज्मा = भित्ति रहित जीव द्रव्य सदृश्य पदार्थ) रखा। यह नाम PPLO एवं CBPP के समान कवक सदृश्य सभी जन्तुओं के लिये उपयोग में लाया जाने लगा। कुछ समय उपरान्त यह ज्ञात हुआ कि इस रोगाणु का पूरा नाम Mycoplasma mycoids, sub sp. mycoides sc. (Small colony) है। इस नाम को 1957 में वर्गीज मेन्युअल ऑफ डिटरमिनेटिव बैक्टिरियोलोजी (Bergeys Manual of Determinative Bacteriology) ने स्वीकार किया और माइकोप्लाज्मा माइकोइडिस जाति माइकोइडिस (mycoplasma mycoides variety) को CBBP का रोग कारक माना। इस प्रकार प्राथमिक एटिपिकल न्यूमोनिया (primary atypical phenumonia) के रोग कारक का नाम माइकोप्लाज्मा न्यूमोनियाई (mycoplasma pneumonia) रखा गया।

इसी काल में यह भी ज्ञात हुआ कि पौधों में होने वाले बहुत सारे रोगों जैसे कि एस्टर येलोज (aster yellows), विचिस ब्रूम (witches broom) आदि भी माइकोप्लाज्मा सदृश्य जीवों के संक्रमण के कारण होते थे। इसलिये इस नये जीवाणुओं को एम.एल.ओ. (MLO or mycoplasma like organism) का नाम दिया गया। 1970 में इगवेबे (igwebe) एवं कालावान (calavan) ने कॉर्न स्टंट (corn stunt) एवं सिट्रस स्टर्बन (citrus stubbern) के रोगजनक का संर्वधन कर कॉच के नियमों को पूरा किया। शूरू में यह दोनो प्रजातियाँ (genus) माइकोप्लाजमेटेसी कुल (family = mycoplasmataceae) में सम्मिलित थी, परन्तु बाद में इन्हें नया नाम स्पाइरोप्लाज्मा (spiroplasma) दे कर स्पाइरोप्लाजमेटेसी (spiroplasmataceae) में समाहित किया गया। 1974 मारामोरोष (Maramorosch) ने दोनों प्रजातियों को एक साथ मोलिक्यूटस (mollicutes) में रखा।

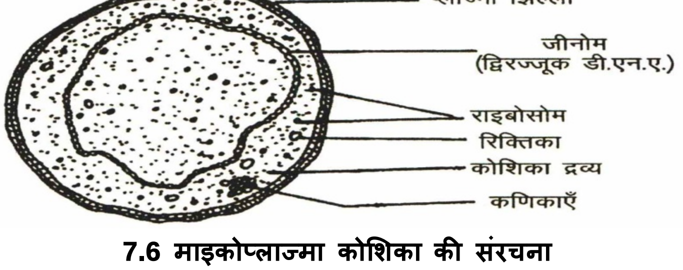
7.3.3 माइकोप्लाजमा के सामान्य लक्षण (General Characters of Mycoplasma)

1. ये सरल, एक कोशिकीय, असीम केन्द्रकी, बहु-आकृतिक (pleomorphic) एवं सबसे छोटे जीव है।
2. माइकोप्लाज्मा में कोशिका भित्ति का अभाव होता हैं। ये कोशिका भित्ति का संश्लेषण नहीं कर सकते हैं।
3. ये ज्यादातर उच्च परासणीय दाब (high osmolarity) वाले स्थानों पर पाये जाते है।
4. इन्हें जिन्दा रहने के लिये कोलेस्ट्रोल (cholesterol) की आवश्यकता होती हैं। इसलिये ये उन सभी स्थानों पर जहाँ कोलेस्ट्राल की मात्रा अधिक होती है, पाये जाते हैं।
5. यह पादप, जन्तु एवं मनुष्यों को संक्रमित कर सकते हैं।

6. काफी प्रजातियाँ मनुष्यों के शरीर में बिना कोई नुकसान पहुँचाये उनसे साथ सहजीवन व्यतीत करती है। उदाहरण माइकोप्लाज्मा मोबाइल (M. mobile), ट्रेन्च मछलियों के गील्स (gills) में रहते हैं।
7. कुछ प्रजातियाँ कोलेस्ट्रल के बिना भी जी सकती है।
8. मृतोपजीवी प्रजातियाँ वाहित मल, दूषित जल मृदा, सड़े गले पदार्थो (polluted water sewage soil, dead, and decaying substances) में पाई जाती हैं।
9. इन्हें जीवाणु फिल्टर (bacterial filter) में से छाना जा सकता है।
10. इन्हें अजैविक पोषक माध्यम में संवर्धित किया जा सकता है।
11. पोषक माध्यम में इनकी निवह तले हुए अण्डें (fried egg) के समान लगती है।
12. पादपों में यह फ्लोयम की चालनी नलिकाओं (phloem sieve tubes) एवं फ्लोएम मदूतक (phloem parenchyma) में रहते हैं।
13. इनकी वृद्धि के लिये क्षारीय pH (alkaline pH) अनुकूल पाया जाता हैं।
14. . इनकी सूक्ष्मतम कोशिका का व्यास 30nm तथा बड़ी कोशिकाओं का आकार 100-500nm तक होता है।
15. कोशिका भित्ति के अभाव की वजह से इनकी आकृति बदलती रहती है और ये गोलाभ (circular), शाखित (branched), तन्तुमय (filamentous), ताराकार (star shaped) अथवा अनियमित पिण्ड के रूप में मिलते है।
16. कोशिका का आधार संवर्धन माध्यम के अनुसार भी बदलता रहता है।
17. ये ग्राम अग्राही (gram-ve) होते हैं।
18. इनमें डी.एन.ए. एवं आर.एन.ए. दोनों, पाये जाते हैं। इनका जीनोम जीवाणु जीनोम के 1/5 भाग जितना होता है।
19. इन पर कोशिका भित्ति को नष्ट करने वाले प्रतिजैविकों जैसे कि पेनिसिलिन (penicillin) वेनकोमाईसिन (vancomycin) आदि का कोई असर नहीं होता हैं।
20. ये टेट्रासाइक्लिन (tetracycline) और अन्य उन सभी प्रतिजैविकों से नष्ट किये जा सकते है जो जीवद्रव्य और जैविक क्रियाओं पर असर करते हैं।
21. पादपों में इनका संचरण कीटों द्वारा होता हैं।

7.3.4 माइकोप्लाज्मा की संरचना (Structure of Mycoplasma)

माइकोप्लाज्म एककोशिकीय असीम केन्द्रकीय जीव हैं। माइकोप्लाज्मा की कोशिका त्रि-स्तरिय, एक कोशिका झिल्ली (trilaminar unit membrane) से आवरित होती है। यह झिल्ली लाइपो प्रोटीन की बनी होती है।



7.6 माइकोप्लाज्मा कोशिका की संरचना

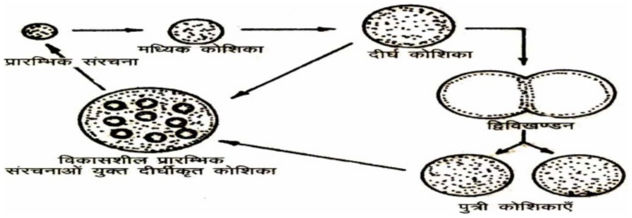
इसकी मोटाई 7-11nm होती है और इसमें कोलेस्ट्राल पाया जाता है। यह कोलेस्ट्राल पोषक कोशिका से अवशोषित (absorb) किया जाता है। जीवद्रव्य में नग्न, द्विकुण्डलीकार गोलाभ डी.एन.ए. (naked double shanded, circular DNA) का एक तन्तु पाया जाता है। यह 3nm मोटा होता है। डी.एन.ए. का अणुभार 5 x 10^8 - 5 x 10^9, डाल्टन होता है और कोशिका के शुष्क भार के 1.5 - 5%' तक होता है। गुआनीन, साइटोसीन अनुपात 24-40% होता है। इसके अलावा जीवद्रव्य में एकलरज्जु की आर.एन.ए. भी पाये जाते हैं। यह मुक्त एवं विलयशील (soluble) प्रकार के होते हैं। राइबोसोम्स 70S प्रकार के होते हैं। ज्यादातर राइबोसोम मुक्त अवस्था में पाये जाते हैं परन्तु कभी ये इकट्ठे होकर पॉलीराइबोसोम्स का निर्माण करते हैं। जीवद्रव्य में करीब 40 प्रकार के विकर पाये जाते है। कोशिका में गोलाभ, एकक झिल्ली बद्ध, केन्द्रीय या भित्ति के नजदीक 100-200nm बड़ी (electrondense) एवं (homogenous) संरचनायें पाई जाती है। वृद्ध कोशिकाओं यानि बहुत बड़ी कोशिकाओं (very large cells) में झिल्ली बद्ध वेसाइकल्स (vesicles) या रिक्तिकाऐं (vacuoles) देखी गई हैं। इनकी संख्या 1-10 प्रति कोशिका होती है।

कोशिका के चार प्रकार के आकार देखे गये है :

- **प्रारम्भिक संरचनाऐं (Elementary bodies) :** बहुत छोटी, अण्डाकार 20-200nm बड़ी, अस्पष्ट (indistinct), कणीय (granular), एकक झिल्ली बद्ध (unit membrane bound) संरचनाएँ होती है। इनकी प्रकृति, संरचना एवं कार्य के बारे में ज्यादा जानकारी नहीं हैं।
- **बड़ी कोशिका (Large cell) :** ये गोलाभ होती है। इनमें जीव द्रव्य, आर.एनए., डी.एन.ए., ribosomes इत्यादि पाये जाते हैं। इनकी चारो तरफ एकक झिल्ली का आवरण होता है।
- **बहुत बड़ी कोशिका (Very large cell) :** ये हासित (degenerative), निर्जीव (nonviable), खाली संरचनाऐं होती है। इनमें कभी (vesicles) भी पाई जाती है।
- **तन्तुमय संरचनाऐं (Filamentous structure) :** ये लम्बी संरचनाऐं होती है जो त्रि-स्तरीय झिल्ली से आवरत होती हैं। इनमें राइबोसोमस एवं डी.एन.ए. पाया जाता है।

7.3.5 माइकोप्लाज्मा में जनन (Reproduction in Mycoplasma)

सवंर्धित माइकोप्लाज्मा कोशिकाओं के जनन का अध्ययन मोरोविटज् और टॉरटलोट (Morovitz and Tourtelotte) ने 1962 इलैक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी की सहायता से किया। इन कोशिकाओं में जनन की दर बहुत तीव्र होती है और 1-3 घंटों में पूर्ण हो जाती है। (चित्र 7.7)



चित्र 7.7 माइकोप्लाज्मा में जनन

जनन निम्न तरीकों से होता हैं

- **विखण्डन (fragmentation) :** तन्तुनुमा कोशिकाऐं टूट जाती है और हर भाग फिर से पूर्ण तन्तु में विकसित हो जाता है।
- **द्विविभाजन (binary fission) :** गोलाभ मातृ कोशिका दो भागों में बट जाती है। हर भाग पूर्ण कोशिका में विकसित हो जाता है।
- **मुकुलन (budding) :** मातृ कोशिका के ऊपर एक छोटी सी कोशिका सदृश्य संरचना बनती है। इसमें कुछ जीवद्रव्य और आनुवांशिक पदार्थ भर जाता है। धीरे-धीरे दोनो संरचनाओं के बीच झिल्ली बनने से ये अलग की जाती है।
- **प्रारम्भिक संरचनाओं के बनने से (development of elementary bodies) :** मातृ कोशिका फूल कर बड़ी हो जाती है। इसका जीवद्रव्य छोटे-छोटे टुकड़ों में बँट कर प्राथमिक संरचनाऐं बना देता है। इन संरचनाओं को निम्नतम जनन इकाई (minimal reproductive units) भी कहा जाता है। ये संरचनायें 0.1 चौड़ी होती है और मातृ कोशिका के विघटन के बाद मुक्त हो जाती हैं। हर संरचना एक नई कोशिका में परिवर्धित हो जाती है। कभी ये संरचनाऐं तन्तुनुमा आकार में परिवर्तित हो जाती है और कवक जाल सदृश्य प्रतीत होती है। इन तन्तुओं पर बीजाणु सदृश्य प्रतीत होती है। इन तन्तुओं पर बीजाणु सद्ष्य सूक्ष्म गोलाकार संरचनाओं की श्रृंखला उत्पन्न होती है। ये संरचनायें मुक्त तन्तु से अलग होकर नई कोशिका बनाती है।

7.3.6 माइकोप्लाज्मा का संचरण (Transmission of Microplasma)

मनुष्यों एवं जन्तुओं में माइकोप्लाज्मा का संचरण मुख्यतया वायु, दूषित जल आदि के द्वारा होता है।

मनुष्यों और जन्तुओं में होने वाले माइकोप्लाज्मा जनित रोग :

- गो-प्लूरोन्यूमोनिया (bovine pleuropneumonia) : माइकोप्लाज्मा (Mycoplasma mycoides), रोग पशुओं में होता है।
- चिरकालीन न्यूमोनिया (chronic pneumonia) : माइकोप्लाज्मा हायोन्ययूमोनी (M. hyopneuoniae) यह रोग शूकर (pig) में होता है।
- जननांग रोग (inflammation of genitals) : मा. बोवीजेनीटेलियम (M. hyopneuoniae) यह रोग पशुओं में होता है।
- संक्रामक अस्तन्यता (Infective agalactia) : मा. ऐगेलैक्टी (M. agalactiae) यह रोग भेड़, बकरी में होता है।
- शिरा नालशोथ (Sinusites) : मा. मेलीग्रिडिस (M. melegrides) यह रोग मुर्गीयों, बतखों आदि में होता है।
- अप्रारूपिक न्यूमोनिया (Atypical pneumonia) : मा. निमोनी (M. pneumonia) यह रोग मनुष्यों में होता है।
- जननांग शोथ (Inflamnation of genitals) : मा-होमीनिस (M. hominis) मनुष्यों में।
- श्वसन नाल संक्रमण (upper respiratory tract infection) : मा. सेलाइवेरियम (M. salivarum), मा. ओरेल (M. orale)।

- बन्ध्यता(Infertility) : मा. फरमेन्टेन्स(M Ifermentans),टी-माइकोप्लाज्मा(T mycoplasma)(T-tiny) बहुत छोटा।

7.3.7 माइकोप्लाज्मा का वर्गीकरण (Classification of Mycoplasma)

माइकोप्लाज्मा को सर्वप्रथम एस्टीरोकोकस माइकोइडिस (Asetococcus mycoides) नाम दिया गया था।

बर्गीज मैनुअल के 10वें खण्ड के अनुसार :

प्रभाग (division)	–	टेनेरीक्यूट्स (Tenericutes)
वर्ग (class)	–	मोलीक्यूट्स (Mollicutes)
गण (order)	–	माइकोप्लाज्माटेलीज (Mycoplamatales)
कुल (family)	–	माइकोप्लाज्मेटेसी (Mycoplamataceae)
वंश (Genus)	–	माइकोप्लाज्मा (Mycoplasma)

गण- माइकोप्लाज्माटेलीज में निम्न लिखित तीन कुलों में सम्मिलित किया गया है।

1. कुल- माइकोप्लाज्मेटेसी (Family -Mycoplamataceae)

इस कुल में एक वंश माइकोप्लाज्मा (Mycoplasma) है जो सामान्यतय परजीवी (Parasites) होते हैं तथा पादपों, जन्तुओं एवं मनुष्य में कई प्रकार के रोग उत्पन्न करते हैं। इनकी वृद्धि हेतु स्टीरोल की आवश्यकता होती है। इनकी प्रारूपिक कॉलोनी तले हुए अण्डे के घोल सदृष्य दिखाई देती है। जातियों (species) एवं प्रजातियों (sub-species) की पहचान सीरमीय अभिक्रियाओं (serological reactions) के आधार पर की जाती है|

2. कुल - एकोलेप्लाज्मेटेसी (Family-Acholoeplasmataceae):

इस कुल में एक वंश एकोलेप्लाज्मा (Acholoeplasma) है जो मुख्यत: कशेरूकी जन्तुओं, दूषित जल, मृदा एवं पादपों में पाया जाता है। यह अधिकांशत: मृतोपजीवी (saprophytic) एवं स्वतंत्र विचरित (free living) होते हैं। इनकी वृद्धि के लिए स्टीरोल्स की आवश्यकता नहीं होती है।

3. कुल - स्पाइरोप्लाज्मेटेसी (Family-Spiroplasmataceae) :

इसमें केवल एक वंश स्पाइरोप्लाज्मा (Spiroplasma) को रखा गया है। इनकी कोशिकायें कुंडलीनुमा (helicoid) होती है। जबकि उनमें आकार को बनाये रखने के लिए कोशिका भित्ति नहीं होती है। तरल माध्यम में कोशिकायें गतिशील (motile) होती है जबकि उनमें कोई कशाभिका या गति करने के अन्य साधन नहीं होते है। इसके सदस्य नींबू मौसमी, संतरा, मक्का, सदाबहार आदि में रोग फैलाते है। रोगाणु कीटों द्वारा संचरित होते है|

7.3.8 माइकोप्लाज्मा का आर्थिक महत्व (Economic Importance of Mycoplasma)

माइकोप्लाज्मा मनुष्यों, पादपों एवं जन्तुओं में रोग फैलाते हैं। इनमें होने वाले रोग काफी नुकसानदायक होते है। इनका कोई भी उपयोगी महत्त्व अभी तक पता नहीं चला है। पादप को सवंमित करने वाले माइकोप्लाज्मा को फाइटोप्लाज्मा का नाम दिया गया है। इनसे होने वाले कुछ मुख्य रोग इस प्रकार है :

- बैंगन का लघुपर्ण रोग (Little leaf disease of brinjal)

- आलू का कूर्चीसम रोग (Potato witches broom)
- चन्दन का शूक रोग (Sandal spike)
- गन्ने का धारी रोग (Sugarcane stripe)
- नींबू का हरित रोग (Citrus greening and slutborn)
- टमाटर का वह्रत कलिक रोग (Tomato big bud
- एस्टर का पीत रोग (Aster yellows)
- पपीते का गुच्छित चूड़ (Papaya bunchy top)
- कपास हरितमागम (Cotton Verisensce)
- लेग्यूम का कूर्चीसम (Legume witches broom)
- तम्बाकू का पीतवामन (tobacco yellow dwarf)

7.3.9 बोध प्रश्न

1. पी.पी.एल.ओ.(PPLO) का पूर्ण नाम लिखीये|
2. माइकोप्लाज्मा के मुख्य लक्षण लिखीये|
3. माइकोप्लाज्मा द्वारा पादप मे होने वाले पाँच रोगों के नाम लिखिये|
4. जन्तुओं में माइकोप्लाज्मा जनित तीन रोगों के नाम बताइये|
5. माइकोप्लाज्मा को ग्राम अभिरंजित होने पर क्या परिणाम प्राप्त होता है|
6. माइकोप्लाज्मा द्वारा मनुष्यों में होने वाले दो रोगों के नाम लिखिये|

7.4 रिकेट्सी और क्लेमाइडी (Rickettsia and chlamydae)

7.4.1 प्रस्तावना

रिकेट्सी को सर्वप्रथम हॉवर्डटेलर रिकेट्स (Harvard taylor Richetts) (1909) ने रॉकी माउन्टेन स्पाटेड ज्वर (Rocliy mountain spotted fevers) से ग्रसित लोगों के रक्त में देखा। ये छड़नुमा, गोलाकार या बहुरूपी μ m व्यास और 0.8-2.0 μ m, लम्बे)। ये सभी परजीवी या सहजीवी के रूप में पाए जाते है। परजीवी सामान्यत: अविकल्पी अन्त: या अन्तरा कोशिकीय परजीवी होते है। इन्हें प्रकाश सूक्ष्मदर्शी द्वारा स्पष्ट रूप से नहीं देखा जा सकता है। इनमें कशाभिका (flagella), तनु सम्पुटिका का अभाव होता है तथा ये बीजाणुओं (spores) का निर्माण नहीं करते है। इनमें DNA व RNA दोनों उपस्थित होते हैं तथा प्रजनन द्वि-विखण्डन (binary fission) द्वारा होता है। इन्हें कृत्रिम माध्यम पर संवर्धित नहीं किया जा सकता परन्तु ट्रेन्च ज्वर (trench fever) के रोगजनक का संवर्धन सम्भव है। ये कशेरूकी कोशिका संवर्धन तथा निश्चित मुर्गी के आ पर संवर्धित होते है। ये पादपों और जन्तुओं को संक्रमित करते हैं तथा कशेरूकीय इरिथ्रोसाइट्स (vertebrate erythrocytes), जालिकावत् अन्तष्चर्मीय कोशिका (reticulated endothelial cells) तथा संवहनीय अन्तृचर्मीय कोशिकाओं (vascular endothelial cells) में वृद्धि करते है।

7.4.2 सामान्य लक्षण (General Characters)

सामान्यत: ये रक्त चूसने वाले आर्थ्रोपोड्स (arthropods) जैसे लीज (flease), खटमल (bad bugs) व जूँ (lice) में जीवित रहते हैं जो इसके प्राथमिक परपोषी (primary host) व वाहक (वाहक) के रूप में कार्य करते है। मनुष्य इसका द्वितीयक परपोषी (secondary host) होता है। इनमें ग्लाइकोलिटिक पथ (glycolytic pathway) का अभाव होता हैं इसलिये ये ग्लूकोस को ऊर्जा स्त्रोत के रूप में उपयोग नहीं करते हैं। ये ग्लूटैमेट व सक्सिनेट (glutamate and succinate) का ऑक्सीकरण करते हैं तथा इनकी कोशिका झिल्ली में वाहक माध्यित संवहन तंत्र (carrier mediated transport system) होता है। परपोषी कोशिका के पोषक तत्व व सहकिण्वक (coenzymes) कोशिका झिल्ली द्वारा अवशोषित (absorb) होते है। ये वृद्धि हेतु परपोषी द्वारा निर्मित ए.टी.पी (A.T.P.) का उपयोग करते है तथा इनके संक्रमण का उपचार टेट्रासाइक्लीन या क्लोरैमफेनिकोल के द्वारा उपचारित किया जाता है। ये मनुष्यों वं जन्तुओं में विभिन्न रोग पैदा करते है जैसे कि:-

अ. रॉकी माउन्टेन स्पॉटेड ज्वर - (Rocky maintain spotted fever), रिकेट्सिया रिकेट्साई (R.rickettsii)

ब. टाइफस महामारी - (epidemic typhus)-fjdsV~fl;k izksoktSdh (R.prowazecki)

स. Q ज्वर - कॉक्सिएला बर्नेटाई (Coxiella burnetti) यह वायु, धूलकणों व डेयरी उत्पादों द्वारा संचरित होता है।

द. टिक बोर्न ज्वर - रिकेट्सिया कोनोराई (R.conorii)

य. ट्रेन्च ज्वर - रोकेलिमिया क्यीन्टाना (Rochalimaea quintana)

7.4.3 रिकेट्सिया का वर्गीकरण (Classification of Rickettsia.)

बर्गीज मैनुअल के खण्ड 9 के अनुसार (According to section9 to Bergey's Mnual)

गण – रिकेट्सिएल्स (Rickettsiales)

कुल – रिकेट्सिएसी (Rickettsiacese)

वंश – रिकेट्सिया (Rickettsia)

7.4.4 क्लेमाइडिया का वर्गीकरण (Classification of Chlamydia).

क्लेमाइडिया अगतिशील (non-motile), गोलाकार (coccoid), ग्राम अग्राही (gram-ve) जीवाणु है। जिनका आकार 0.2 से 1.5 μm होता है। ये केवल परपोषी कोशिका (host cell) के कोशिकाद्रव्यी आशय (cytoplasmic vesicles) में प्रजनन करते हैं तथा स्तनधारी (mammals) व पक्षियों (birds) में अविकल्पी अन्त: कोशिकीय परजीवी (obligate intracellular parasites) के रूप में पाए जाते है|इनमें विशेष प्रकार का जीवनचक्र पाया जाता है जिनमें दो रूप : प्रारम्भिक संरचनाएँ (elementary bodies) और जालिकावत् संरचनाएँ (reticulate bodies) एक-दूसरे से एकान्तरित होते हैं। प्रारम्भिक संरचनाएँ (elementary bodies) छोटी होती है (300nm- व्यास) तथा दीर्घकृत (enlarge) होकर

जालिकावत् संरचनाओं (reticulate bodies) में बदल जाती है एवं जीवित रहने हेतु विशिष्टीकृत (specialised) होती है। जालिकावत संरचनाएँ (reticulate bodies) (1000nm) द्विविखण्डन (binary fission) द्वारा विभाजित होकर जालिकावत संरचनाओं (reticulate bodies) का निर्माण करती है तथा ये संरचनाएँ अन्तःकोशिकीय गुणन (intracellular multiplication) में सम्मिलित होती है।

क्लेमाइडिया कार्बोहाइड्रेट व अन्य पदार्थो का उपचय (catabolism) नहीं कर सकते हैं तथा ATP का संश्लेषण करते हैं ये परपोषी कोशिका (host cell) के ATP का उपयोग कर DNA,RNA, प्रोटीन व सहकिण्वकों (ceonzymes) का संश्लेषण (synthesize) करते हैं। इनमें केवल दो जातियों को पहचाना गया है।क्लेमाइडिया ट्रेकोमेटिस (C.trachomatis)(trachoma व chlamydial urethritis) का रोगजनक) और क्लेमाइडिया सिटेसी (C.psittaci)"psittacosis” का रोगजनक है। इन्हें टेट्रासाइक्लीन द्वारा उपचारित किया जा सकता है।

गण – क्लेमाइडियेल्स (Chalamydiales)
कुल – क्लेमाइडियेसी (Chamydiaceae)
वंष – क्लेमशिडया (Chlamydia)

7.4.5 बोध प्रश्न

1. रिकेट्सी की खोज किसने की?
2. रिकेट्सी के प्रमुख लक्षण बताइये|
3. रिकेट्सी के संक्रमण का उपचार किन प्रतिजैविकों द्वारा किया जाता है?
4. क्लेमाइडिया के सामान्य लक्षण लिखिये|
5. क्लेमाइडिया के जीवन चक्र के प्रकार लिखिए||
6. क्लेमाइडिया के महत्व लिखिए|

7.5 एल-फार्मस् (L-forms)

7.5.1 प्रस्तावना (Introduction)

एल-फार्मस् (L-forms) कोशिका भित्ति रहित (wall less) जीवाणु हैं जो कि जीवाणु संर्वधन (bacterial cultures) से पृथक (isolate) किये गये हैं। इस प्रकार के जीवाणु को सबसे पहले क्लाइनबर्गर ने 1935 में स्ट्रेप्टोबेसिलिस मोनिलिफारमिस (Streptobacillus moniliformis) नामक जीवाणु के संवर्धन से पृथक् किया। उन्होंने इसे L1 नाम दिया। यह जीव माइकोप्लाज्मा से काफी समानता दर्शाते थे। कुछ सालों बाद डीनर (Diener) ने इसी प्रकार के जीवों की छोटी निवह (colonies) को यदा कदा जीवाणु संर्वधन में देखा। उन्होंने इन जीवों को पलेवोबेक्टिरियम एवं बेक्टिरियोडस् (Flavobacterium and Gram negative) के संवधर्नो में से पृथक किया। इसके पश्चात् बहुत से ग्राम ग्राही एवं ग्राम अग्राही (Gram positive and Gram negative) जीवाणु वंशों का पेनिसिलिन के साथ संर्वधन करने पर इस

प्रकार के जीवों का पृथक्करण किया गया। इस प्रकार यह पता चला कि इन भित्ति रहित जीवों की उत्पत्ति जीवाणुओं के प्रतिजैविकों के साथ संर्वधन पर होती है। कुछ अन्य जीवाणुरोधी यौगिक (bacteriostatic compounds), जीवाणुभोजी (bacteriophage), प्रतिरक्षी (antibodies) एवं स्वलयन (autolysis) के द्वारा भी इन जीवों की उत्पत्ति हो सकती है। इन खोजों के आधार पर यह प्रस्ताव दिया गया कि जीवाणुओं में किसी अनजान (unrecognizable) कारण की वजह से अजीब सा बदलाव (strange transformation)हो जाता है और वे भित्ति रहित एवं नरम (wall less and soft) जीवों में परिवर्तित हो जाते हैं जिन्हें जीवाणु पहचान (bacterial identification) के सामान्य तरीकों से नहीं पहचाना जा सकता है।

इस प्रकार के सभी जीवों जिन्हें जीवाणु संर्वधन से पृथक किया गया हो, संयुक्त रूप से एल-फार्मस् (L-forms) का नाम दिया गया है एवं कृत्रिम माध्यम पर बनी इनकी निवह (colonies) को एल-टाईप्स (L-forms) कहा जाता है और इनके आकार का वर्णन करते समय स्मॉल फार्मस (small-forms), स्वोलन फार्मस (swollen forms), एवं लार्ज बॉडीस (large bodies) शब्दों का इस्तेमाल किया जाता है।

7.5.2 एल-फार्मस के सामान्य लक्षण (General Characters of L-forms)

1. इनमें कोशिका भित्ति का अभाव होता है।
2. यह जीवाणुओं के प्रतिजैविकों के साथ संर्वधन के द्वारा उत्पन्न होते हैं।
3. यह बहुरूपी (pleomorphic) होते हैं।
4. बहुरूपता (pleomorphism) एवं आकृति में विभिन्नता (Variability) इसके मुख्य लक्षण हैं।
5. इनकी निवह (colonies) छोटी छड़नुमा कोशिकाओं (small bacilli), खण्डित अथवा अखण्डित (segmented or unsegmented) तन्तुओं से बनी होती है।

7.5.3 बोध प्रश्न

1- L-रूपी जीवों से आप क्या समझते है?

2- L-फार्मस की उत्पत्ति किस प्रकार होती है?

3- L- फार्मस के सामान्य लक्षण लिखिए|

7.6 स्पाइरोप्लाज्मा (Spiroplasma)

7.6.1 प्रस्तावना (Introduction)

स्पाइरोप्लाज्मा वर्ग मॉलीक्यूट्स (mollicutes) का एक कोशिका भित्ति रहित वंश (genus) है। यह माइकोप्लाज्मा से केवल आकार में भिन्न होते हैं। ये ज्यादातर कीटों की आँत या पौधों के पोषवाह (phloem) में पाये जाते हैं। ये पौधों, जन्तुओं एवं मनुष्यों में रोग फैलाते हैं। ये ग्राम-ग्राही (gram-positive) जीवाणुओं से उत्पन्न हुऐ हैं। ये अति सूक्ष्म (0.3-0.5 μ m) होते हैं।

7.6.2 स्पाइरोप्लाज्मा के सामान्य लक्षण (General Character of Spiroplasma) :

- ये अतिसूक्ष्म होते हैं। इनका आकार 0.3 - 0.5 μ m का होता है।
- ये एक कोशिकीय, असीम केन्द्रकी होते हैं।
- इनमें कोशिका भित्ति का अभाव होता है।
- यह माइकोप्लाज्मा की तरह सरल जैविक क्रियायें दर्शाते हैं, एवं परपोषी प्रकार का जीवन चक्र व्यतीत करते है|
- संर्वधन माध्यम पर इनकी निवह भी माइकोप्लाज्मा की भांति फाईड एग (fried egg) के समान दिखाई देती है|
- परन्तु यह आकार में माइकोप्लाज्मा से भिन्न होते हैं। इनकी कोशिका सर्पिल (spiral) आकार की होती है।
- ये कीटों की आँत या हीमोलिम्फ (gut or haemolymph) में अथवा पौधों में पोषवाह (phloem) कोशिकाओं में पाये जाते हैं।
- इनका संवर्धन विशेष प्रकार के पोषक माध्यम पर किया जाता है।
- ये 30^0 cतापमान पर आसानी से वृद्धि करते हैं पर 30^0 c तापमान इनकी वृद्धि के लिये हानिकारक होता हैं।
- कुछ स्पाइरोप्लाज्मा स्पीशीज जैसे कि स.मिरियम (S.mirum) 37.c (मानव शरीर का तापमान) पर भी वृद्धि कर सकती हैं और चूहों में आँख के केटरेक्ट (cataract) एवं मस्तिष्क की बीमारी पैदा करती है।
- स.सिट्राई (S.citri) नींबू में सिट्रस स्टबर्न बीमारी (Citrus stubborn disease) एवं स.कुन्केलाइ (S.kunkelii) मक्का में कॉर्न स्टंट बीमारी (corn stunt disease) फैलाते हैं।
- कुछ वैज्ञानिकों का मानना है कि स्पाइरोप्लाल्मा जन्तुओं में स्पन्तीफॉर्म एनसिफेलोपेथी (spongiform encephalopathy) के लिये भी जिम्मेदार है। परन्तु अन्य वैज्ञानिक इस मत से सहमत नहीं हैं।
- स्पाइरोप्लाज्मा ग्राम ग्राही जीवाणुओं से उत्पन्न हु ये है।
- कुछ स्पारोप्लाज्मा कीटों एवं पौधों के साथ सहजीवन (symbiotic relationship) दर्शाते हैं।
- पादप में रोग फैलाने वाले स्पाइरोप्लाज्मा कीटों द्वारा संचरित (transmelted) होते हैं। इस प्रकार यह अपना जीवन दो परपोषी (host) यानि कि कीट एवं पादपों पर बिताते हैं।

7.6.3 स्पाइरोप्लाज्मा का वर्गीकरण (Classification of Spiroplasma)

स्पाइरोप्लाज्मा को जगत मोनेरा के मॉलीक्ययूट्स वर्ग में रखा गया है। इसका वर्गीकरण इस प्रकार है.

जगत (Kingdom)	:	मोनेरा (Monera)
प्रभाग (Division)	:	फरमीक्यूट्स (Fermicutes)
वर्ग (Class)	:	मॉलीक्ययूट्स (Mollicutes)
गण (Order)	:	एन्टोमोप्लास्मेटेल्स् (Entomoplasmatales)
कुल (Family)	:	स्पाइरोप्लाज्मेटेसी (Spiroplasmataceae)
वंश (Genus)	:	स्पाइरोप्लाज्मा (Spyroplasma)

7.6.4 बोध प्रश्न

1. स्पाइरोप्लाज्मा के सामान्य लक्षण लिखिए।
2. स्पाइरोप्लाज्मा की उत्पत्ति किन जीवाणुओं द्वारा हुई है? तथा इनकी वृद्धिहेतु उपर्युक्त तापमान बताइये।
3. स्पाइरोप्लाज्मा का संचरण किस प्रकार होता है?

7.7 फाइटोप्लाज्मा (Phytoplasma)

7.7.1 प्रस्तावना (Introduction)

फाइटोप्लाज्मा (Phytoplasma) ग्राम ग्राही (gram positive) जीवाणुओं से उत्पन्न हुऐ है। ये वर्ग मोलीक्यूट्स (Mollicutes) में रखे गये है। ये सरल असीम केन्द्रकी जीवाणु होते है और पादपों में रोग फैलाते हैं। इनसे पादपों की विभिन्न जातियों में छः सौ से भी ज्यादा बीमारियाँ होती हैं। इन्हें पहले एम.एल.ओ. (MLO) या माइकोप्लाज्मा सदृश्य जीव (Mycoplasma like organisms) कहा जाता था किन्तु अब इन्हें माइकोप्लाज्मा से भिन्न एक अलग वंश (genus) में रख दिया गया है।

7.7.2 फाइटोप्लाज्मा के सामान्य लक्षण (General Characters of Phytoplasma)

- ये अतिसूक्ष्म, सरल, एक कोशिकीय, असीम केन्द्रकीय जीवाणु हैं।
- इनमें कोशिका भित्ति का अभाव पाया जाता है।
- ये पौधों में रोग फैलाते हैं।
- यह एक पौधे से दूसरे पर कीटों (insects) द्वारा संचरित (transmit) होते हैं।
- यह कीटों की आँत की भित्ति (intestinal wall) को भेद कर हीमोलिम्फ (haemolymph) में गुणन (multiplication) करते है।
- फाइटोप्लाज्मा लार ग्रन्थि द्वारा पोषक पौधें के पोषवाह (phloem) में छोड़ दिये जाते हैं, जहाँ से ये सम्पूर्ण पौधे में फैल जाते हैं।
- यह पादप फुदक (plant hoppers), पादफुदक (leaf-hoppers) एवं साइलिड्स (psyllids) के द्वारा संचरित होते हैं।
- यह कलम द्वारा (grafting) परजीवी पादपों जैसे कि अमर बेल (Cuscuta spp.) आदि के द्वारा भी संचरित होते हैं।
- कुछ फाइटोप्लाज्मा बीजों द्वारा संचरित होते हैं।
- इन्हें कृत्रिम माध्यम (artificial medium) में सवंर्धित नहीं किया जा सकता है।
- आण्विक जैविकीय विधियों (molecular biological methods) के द्वारा जातिवृत्तीय (Phylogenetic) एवं वर्गीकीय (Taxonomic) सम्बंधों का अध्ययन किया गया है।

- इनका वर्गीकरण (classification) 16s rRNA जीन के न्यूक्लियोटाईड अनुक्रम के आधार पर किया गया है।
- इनकी पहचान इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी, सुग्राही परपोषी पादप जैसे कि सदाबहार (susceptible host like perwinkle;Catharanthus roseus) में कलम रोपण द्वारा, सीरोलोजीकल परीक्षणों (serological tests) जैसे कि ऐलिसा (ELISA) अथवा न्यूक्लिक अम्ल संकरण Nucleic acidhybridization) या एम्पलीफिकेशन (amplification) और पी.सी.आर. (PCR) द्वारा की जा सकती है।

7.7.3 फाइटोप्लाज्मा रोगों के लक्षण (Symptoms of Phytoplasma Diseases)

संक्रमित पौधों में निम्न प्रकार के लक्षण पाये जाते हैं:

- पत्तियों का पीला या लाल हो जाना (yellowing or reddening of leaves)
- दलपुंज (petals) का हरा हो जाना (virescence)
- पुष्पक्रम (infloresence) एवं उसके समस्त भागों का पर्णसमान हो जाना (Phyllody)
- पर्व सन्धियों (internodes) का छोटा हो जाना (stunting) और सभी शाखाओं का पास पास एक ही बिन्दु से निकलता हुआ प्रतीत होना। इस प्रकार का लक्षण एक झाड़ू की आकृति का नजर आता है और इसे विचेस् ब्रूम(witches broom) कहा जाता है।
- पौधे का छोटा रह जाना (Stunting)
- लघुपर्ण स्थिति हो जाना (Little leaf)
- पुष्पक्रम का क्षयन (Necrosis)
- पौधे का शिथिल पड़ जाना।
- अन्त में पौधे की मृत्यु हो जाना।

7.7.4 फाइटोप्लाज्मा का वर्गीकरण (Classification of Phytoplasma)

फाइटोप्लाज्मा वर्ग मालिक्यूट्स (mollicutes) का भाग हैं।

7.7.5 फाइटोप्लाज्मा का संचरण (Transmission of Phytoplasma)

पादपों में इनका संचरण, विषाणु संरचना के समान होता है। ये कीटों, कायिक प्रकन्दों (vegetative propagules), कलमों, पैबन्दों (grafts) एवं कोशिका रस द्वारा संचरित होते हैं। कुछ फाइटोप्लाज्मा जनित रोगों के उदाहरण इस प्रकार हैं:

- चन्दन का स्पाइक रोग (Sandal spike disease) : वाहक, जेसस ड़न्डिकस (jassus)।
- बैंगन का लघुपर्ण रोग (Little Leaf leaf disease of brinjal) वाहक : हिशिमोनस फाइसाइटिस(Hishimonus phycitis)।
- तिल का पर्णभत्ता रोग (Seasame phyllody disease) : वाहक, एफिड।
- मक्का का बौनापन (Corn stunt) वाहक: डॉब्यूलस मेडिस (Doubulus maydis)।

7.7.6 फाइटोप्लाज्मा का आर्थिक महत्व (Econoic Importance of Phytoplasma)

फाइटोप्लाज्मा के आर्थिक महत्त्व के सम्बन्ध में अभी तक ज्ञात नहीं है परन्तु फाइटोप्लाज्मा का मुख्य लाभ यूफोर्बिया पल्चेराइमा (Eapharbia pulcherrima) में शीर्ष संक्रमण होने पर अत्यधिक शाखन (excessive branching) के रूप में दिखाई देता है जिससे यह पादप सघन (dense) दिखाई देता है। फाइटोप्लाज्मा के संक्रमण से ब्रैक्ट्स (bracts) का रंग परिवर्तित हो जाता है। जिससे इस पादप की उपयोगिता में वृद्धि हो जाती है|

फाइटोप्लाज्मा पादपों में विभिन्न रोग उत्पन्न करते हैं इसमें से कुछ प्रमुख रोग इस प्रकार है :

- बैंगन का लघुपर्ण रोग (Little Leaf leaf disease of brinjal)
- आलू का कूर्चीसम रोग (Potato witches broom)
- चन्दन का शूक रोग (Sandal spike)
- गन्ने का धारी रोग (Sugarcane stripe)
- नींबू का हरित रोग (Citrus greening and stubborn)
- टमाटर का वहष्त् कलिक रोग (Tomato big bud disease)
- एस्टर का पीत रोग (Aster yellows)
- पपीते का गुच्छित चूड़ (Papaya bunchy top)
- कपास हरीतिमागम (Cotton virescence)
- लेग्यूम का कूर्चीसम (Legume witches broom)
- तम्बाकू का पीतवामन (Tobacoo yellow dwarf)

7.7.7 बोध प्रश्न

1. फाइटोप्लाज्मा का उद्गम किनसे हुआ है तथा इन्हें किस वर्ग में रखा गया है?
2. फाइटोप्लाज्मा के सामान्य लक्षण लिखिये।
3. फाइटोप्लाज्मा की पहचान कैसे की जा सकती है?
4. फाइटोप्लाज्मा का संचरण किन कारकों द्वारा होता है?
5. फाइटोप्लाज्मा संक्रमित पादपों में पाए जाने वाले लक्षण बताइये?

7.8 सारांश (Summary)

ज्ञात सूक्ष्मतंम आमाप के जीवों में विशिष्ट प्रकार के सूक्ष्मजीव जैसे कि. विषाणु, माइकोप्लाज्मा, फाइटोप्लाज्मा आदि सूक्ष्मजीव रखे गए हैं। इन सूक्ष्मजीवों द्वारा पादपों, मनुष्यों व जन्तुओं में अनेक प्रकार के रोग उत्पन्न किये जाते हैं। विषाणु न्यूक्लियोप्रोटीन होते हैं जो कि अविकल्पी परजीवी होते हैं इनमें सजीव तथा निर्जीव दोनों के गुण पाए जाते हैं। इसी प्रकार माइकोप्लाज्मा एक अत्यधिक बहुआकृतिक जीवाणु समूह का सूक्ष्मजीव है। इनके द्वारा होने वाले रोग काफी नुकसानदायक होते हैं। इनका कोई भी उपयोगी महत्व अभी तक पता नहीं चला है। पादप को संक्रमित करने वाले माइकोप्लाज्मा को फाइटोप्लाज्मा का नाम दिया गया है। इसी के समान माइकोप्लाज्मा से केवल आकार में भिन्न ज्यादातर स्पाइरोप्लाज्मा कीटों की आंत्र या पौधों के पलोयम में पाए जाते है|

7.9 शब्दावली

1. **विषाणु (Virus) :** ग्रीक शब्द से बना है जिसका अर्थ है "जहर" (virus=poisonous fluid)
2. **विरियोन (Virion) :** एक परिपक्व विषाणु कण
3. **अविकल्पी परजीवी (Obligate paraites) :** जिन्हें जीवित रहने के लिए परजीवी कोशिका की आवश्यकता होती है।
4. **फैजिनी (phaginae) :** यह जीवाणुभोजी विषाणुओं का समूह होता है।
5. **जूफैजिनी (Zoo-phaginae) :** ये विषाणु केवल मनुष्यों एवं जन्तुओं को संक्रमित करते है।
6. **मुकुलन (Budding) :** मातृ कोशिका के ऊपर एक छोटी सी कोशिका सदस्य संरचना बनना।
7. **फाइटोप्लाज्मा (Phytoplasma) :** ये अतिसूक्ष्म सरल, एक कोशिकीय, असीम केन्द्रीय जीवाणु है।
8. **स्टन्टिंग (Stunting) :** पौधों का छोटा रह जाना।
9. **नेक्रोसिस (Necrosis) :** पुष्पक्रम का क्षयन।
10. **रिकेट्सी (Rickettsiae) :** ये परजीवी या सहजीवी के रूप में पाये जाते हैं।
11. **क्लेमाइडिया (Chlamydia) :** यह गोलाकार, अगतिशील ग्राम अग्राही जीवाणु हैं।
12. **एल-अवस्था (L-forms) :** ये कोशिका भित्ति रहित जीवाणु होते हैं।
13. **सहजीवन (Symbiotic relationship) :** कीटों तथा पौधों के साथ सहजीवन।
14. **कूर्चीसम (Witches broom.) :** यह आलूओं में पाये जाने वाला एक प्रकार का रोग होता है।
15. **कृत्रिम माध्यम (Artificial medium) :** यह माध्यम रसायनों के द्वारा तैयार किया जाता है।

7.10 संदर्भ ग्रन्थ (Reference Book)

1. पी.डी.शर्मा, 1999, माइक्रोबायलॉजी (द्वितीय संस्करण), रस्तोगी पब्लिकेशन्स, शिवाजी रोड, मेरठ।
2. माइकेल जे. पेल्कजार, ई.सी.एस.चेन तथा नोयल आर. क्रेग, 1988 माइक्रोबायलॉजी (पाँचवा संस्करण)। मैकग्रॉ हिल बुल कम्पनी, न्यूयॉर्क।
3. के. शर्मा, 2007 मेन्यूअल ऑफ माइक्रोबायलॉजी (द्वितीय संस्करण)। अंशन लिमिटेड, केन्ट।
4. एल.एम. प्रेस्कोट, जेपी. हार्ले तथा डी.ए. क्लीन 1993, माइक्रोबायलॉजी (द्वितीय संस्करण)। Wm.C ब्राऊन पब्लिशर्स, यू.एस.ए.।
5. डी. के. पाण्डे, जे.पी. सैनी तथा कैलाश अग्रवाल, 2003, कवक विज्ञान, सूक्ष्मजीव विज्ञान एवं पादप रोग विज्ञान।कॉलेज बुक हाउस, चौड़ा रास्ता, जयपुर।

7.11 बोध प्रश्नों के उत्तर

7.2.14

1. विषाणु (विष के अणु)या वाइरस एक लैटिन शब्द है जिसका अर्थ " जहर' ' या लसदार तरल विष है।
2. विषाणु अतिसूक्ष्म आकार के 10-300nm, अविकल्पी अन्तराकोशिकीय परजीवी हैं जो परपोषी कोशिका में सजीवता के एवं परपोषी के बाहर निर्जीवता के लक्षण दर्शाते हैं। विषाणु स्वतन्त्र

नहीं होते हैं। ये प्रतिकृति के लिए परपोषी कोशिका पर निर्भर रहते हैं। सभी विषाणु परजीवी होने के साथ'-साथ रोगकारक भी होते हैं।

3. जन्तु विषाणुओं में डी.एन.ए. अथवा आर.एन.ए. और पादप विषाणुओं में आर.एन.ए. (RNA) पाया जाता है।
4. विषाणु परपोषी कोशिका के बाहर निक्रिय अथवा निर्जीव अवस्था में रहते हैं परन्तु परपोषी कोशिका के अन्दर सजीव लक्षण दर्शाते हैं। परपोषी कोशिका में प्रतिकृति कर यह अपने जैसे अनेक विषाणुओं का निर्माण करते हैं इस कारण इन्हें सजीव एवं निर्जीव के बीच की कड़ी कहा जाता है।
5. ट्वोर्ट तथा डी-हेरेल ने जीवाणुओं के संवर्धन के समय यह पाया कि कुछ पेट्रीप्लेट्स में जीवाणु कॉलोनी एकदम काँच की तरह पारदर्शी हो गई और इस तरह की कॉलोनियों से दुबारा जीवाणुओं का संवर्धन नहीं हो सका। इन पारदर्शी कॉलोनियों में उन्हें कोई जीवाणु नहीं मिला। इस खोज से उन्होंने यह निष्कर्ष निकाला कि कोई चीज जीवाणुओं को नष्ट कर रही थी जिसे उन्होंने ' 'जीवाणुभोजी ' नाम दिया। इस क्रिया को ट्वोर्ट-डी-हेरेल परिघटना कहा जाता है।
6. सबसे छोटे पादप विषाणु सेटेलाइट तम्बाकू वाइरस है, जिसका आकार 0-17nm होता है। सबसे बड़ा पादप विषाणु सिट्रस ट्रिस्टेजे है, जिसका आकार 200x 12nmहोता है। सबसे बड़ा जन्तु विषाणु पॉक्स वाइरस जिसका आकार 300x250nm होता है। सबसे छोटा जन्तु विषाणु 10nm आकार का मुँहपका एवं खुरपका रोग का विषाणु है।
7. आवरित विषाणुओं के उदाहरण इस प्रकार है टोगा विषाणु, जीवाणुभोजी ϕ6 एवं PM2, हर्पीज विषाणु, रेट्रोविषाणु पोक्स विषाणु आदि।
8. विषाणुओं में पाया जाने वाला प्रथम विकर न्यूरामिनिडेस था तथा यह इनफ्लूऐन्जा एवं पैरामिक्सो विषाणुओं में पाया गया।
9. जीवन चक्र के आधार पर विभोजियों को दो प्रकार में बाँटा गया है
   (i) उग्र विभोजी
   (ii) संयत विभोजी
10. जीवाणुभोजी का जीवन चक्र दो प्रकार का होता है
   (i) लयन अथवा विघटनकारी चक्र
   (ii) लयकारी चक्र

7.3.9

1. **PPLO** का पूर्ण नाम प्लूरोनिमोनिया सदृश्य जीव होता है।
2. माइकोप्लाज्मा सामान्यत: मृतोपजीवी एवं परजीवी प्रोकेरियोटिक सूक्ष्मजीव हैं। ये स्वयं की कोशिका भित्ति का निर्माण करने में असक्षम होते हैं। इनकी कोशिकाओं में दोनों प्रकार के न्यूक्लिक अम्ल डी.एन.ए. एवं आर-एन. ए., राइबोसोम्स घुलनशील प्रोटीन एवं रिक्तिकाएँ मिलती हैं।
3. (i) बैंगन का लघुपर्ण रोग
   (ii) आलू का कूर्चीसम रोग
   (iii) लेग्यूम का कूर्चीसम रोग
   (iv) तम्बाकू का पीतवामन

(v) मक्का का बौना रोग

4. (i) गो-प्लूरोनिमोनिया रोग (bovine pleuropneumonia): कारक - माइकोप्लाज्मा माइकॉइडिस।

   (ii) चिरकालीन न्यूमोनिया (chronic pneumonia): शूकर में कारक - माइकोप्लाज्मा हायोन्यूमोनी।

   (iii) जननांग शोध (inflammation of genitals): कारक - माइकोप्लाज्मा बोवीजेनीटेनियम।

5. माइकोप्लाज्मा की कोशिकाएँ ग्राम-अभिरंजक के प्रति ग्राम-अग्राही (gram-ve) होती है।

6. (i) अप्रारूपिक निमोनिया (Atypical pneumonia) :कारक - माइकोप्लाज्मा न्यूमोनी।

   (ii) जननांग शोध (inflammation of genitals): कारक - माइकोप्लाज्मा होमिनिस।

7.7.7

1. फाइटोप्लाज्मा ग्राम-ग्राही जीवाणुओं से उत्पन्न हुए हैं तथा इन्हें वर्ग मोलिक्यूट्स में रखा गया है।
2. फाइटोप्लाज्मा अतिसूक्ष्म, सरल, एककोशिकीय, असीम केन्द्रकीय जीवाणु है इनमें कोशिका भित्ति का अभाव पाया जाता है। ये पौधों में रोग फैलाते हैं तथा इन्हें कृत्रिम माध्यम में संवर्धित नहीं किया जाता है।
3. फाइटोप्लाज्मा की पहचान इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी द्वारा, सुग्राही परपोषी पादप जैसे कि सदाबहार में कलम रोपण द्वारा, सीरोलोजिकल परीक्षणों जैसे कि एलिसा (ELISA) अथवा न्यूक्लिक अम्ल संकरण या एम्फ्लीफिकेशन और PCR द्वारा किया जाता है।
4. फाइटोप्लाज्मा एक पौधे से दूसरे पौधों पर कीटों द्वारा संचरित होते हैं इसके अतिरिक्त यह पादप-फुदक, पाद फुदक (leaf hoppers) एवं साइलिड्स के द्वारा संचरित होते हैं, परजीवी पादपों जैसे कि अमरबेल आदि के द्वारा तथा कुछ फाइटोप्लाज्मा बीजों के द्वारा भी संचरित होते है।
5. (i) पत्तियों का पीला या लाल हो जाना।

   (ii) दलपुंज का हरा हो जाना।

   (iii) पुष्पक्रम एवं उसके समस्त भागों का पर्णसमान हो जाना।

7.4.5

1. रिकेट्सी को सर्वप्रथम हावर्ड टेलर रिकेट्स ने 1909 में रॉकी माउन्टेन स्पोटेड ज्वर से ग्रसित लोगों के रक्त में देखा।
2. रिकेट्सी, यूबैक्टीरिया से छोटे होते हैं तथा सभी परजीवी या सहजीवी के रूप में पाए जाते हैं। इनमें कशाभिका, तनु संपुटिका का अभाव होता है और ये बीजाणुओं का निर्माण नहीं करते है। इनमें डी.एन.ए. व आर.एन.ए. दोनों उपस्थित होते हैं तथा प्रजनन द्विविखण्डन द्वारा होता है।
3. टेट्रासाइक्लिन एवं क्लोरेम्फेनिकोल द्वारा रिकेट्सी के संक्रमण का उपचार किया जाता है।
4. क्लेमाइडिया अगतिशील गोलाकार, ग्राम-अग्राही जीवाणु हैं जिनका आकार 0.2 से 15μm होता है। ये पादप कोशिका के कोशिका द्रव्य आशय में प्रजनन करते हैं तथा स्तनधारी व पक्षियों में अविकल्पी अन्त: कोशिकीय परजीवी के रूप में पाए जाते हैं।

5. क्लेमाइडिया के जीवन चक्र में दो रूप पाए जाते है जो एक दूसरे से एकान्तरित होते हैं ये रूप हैं (i) प्रारम्मिक संरचनाएँ (elementary bodies) (ii) जालिकावत संरचनाएँ।
6. क्लेमाइडिया कार्बोहाइड्रेट व अन्य पदार्थो का उपचय कर ATP का संश्लेषण करते हैं तथा पोषक कोशिका के ATP का उपयोग कर DNA,RNA प्रोटीन व सहकिण्वकों का निर्माण करते हैं।

7.5.3

1- L-forms कोशिका भित्ति रहित जीवाणु हैं जो कि जीवाणु संवर्धन से पृथक किये गए हैं।
2- L-forms की उत्पत्ति जीवाणुओं के प्रतिजैविकों के साथ संवर्धन पर होती है।
3. इनमें कोशिका भित्ति का अभाव होता है ये सहजीवाणुओं के प्रतिजैविकों के साथ संवर्धन के द्वारा उत्पन्न होते हैं, ये बहुआकृतिक होते है।

7.6.4

1. ये अतिसूक्ष्म, एककोशिकीय एवं असीमकेन्द्रकी होते हैं जिनमें कोशिका भित्ति का अभाव होता है।
2. स्पाइरोप्लाज्मा ग्राम-ग्राही जीवाणुओं से उत्पन्न हुए है तथा इनकी वृद्धि हेतु उपयुक्त तापमान 30^0c है।
3. स्पाइरोप्लाज्मा कीटों द्वारा संचरित होते है तथा जीवन दो परपोषी यानि कि कीट व पादपों पर आश्रित होते है|

7.12 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. विषाणुओं की प्रकृति (nature of virus) पर लेख लिखिये?
2. किसी पादप विषाणु के विभिन्न भागों का वर्णन करिये तथा उनका रासायनिक संगठन बताइये?
3. विषाणुओं में संचरण (transmission) का वर्णन कीजिये?
4. संक्षिप्त टिप्पणी लिखिये:
   (i) विषाणुओं का वर्गीकरण
   (ii) विषाणुओं का आकार, आकृति एवं प्रकार
   (iii) आर.एन.ए. विषाणु/TMV
5. जीवाणुभोजी क्या हैं? इनकी संरचना का वर्णन कीजिये।
6. माइकोप्लाज्मा के सामान्य लक्षणों का सचित्र वर्णन कीजिये।
7. संक्षिप्त टिप्पणी लिखिये :
   (i) जीवों में माइकोप्लाज्मा जनित रोग
   (ii) माइकोप्लाज्मा
8. संक्षिप्त टिप्पणी लिखी :
   (i) रिकेट्सी
   (ii) क्लेमाइडिया
   (iii) L-रूपी
   (iv) स्पाइरोप्लाज्मा

9. फाइटोप्लाज्मा पर लेख लिखिए।

10. माइकोप्लाज्मा, फाइटोप्लाज्मा व स्पाइरोप्लाज्मा में अन्तर लिखिये।