अध्याय – 14

जीवाणु
(Bacteria)

जीवाणु एककोशिक एवं प्रोकेरियोटिक सूक्ष्मजीव होते हैं। इनकी सर्वप्रथम खोज हॉलैण्ड के वैज्ञानिक **एन्टोनी वान ल्यूवेनहाक** (Antony Von Leeuwenhock) ने 1676 में की। इन्होंने वर्षों तक रखे हुए जल, लार व दांतों के खुरचे हुए मैल में सूक्ष्मदर्शी से विभिन्न प्रकार के छोटे–छोटे जीव देखे जिनको उन्होंने **जन्तुक** या **एनिमलक्यूल** (Animalcule) नाम दिया। उनकी इस खोज के लिये उन्हें **जीवाणु विज्ञान का जनक** (Father of Bacteriology) कहा जाता है।

जीवाणु आवास

जीवाणु सर्वव्यापी है। ये भूमि, मृदा, वायु, जल, भोजन व जन्तु आदि सभी में मिलते हैं। यहां तक कि मानव की आंत में भी *ई. कोलाई* नामक जीवाणु मिलते हैं। ये न्यूनतम (–190°C) से उच्चतम (78°C) तापमान में भी पाये जाते हैं। ये हवा में हजारों फीट ऊँचाई तक व जमीन के नीचे लगभग 16 फीट की गहराई तक मिलते हैं। जीवाणु वर्षा जल, आसुत जल, कुएं के गहरे पानी तथा ज्वालामुखी की राख में नहीं मिलते हैं। इनकी उपलब्धता मल पदार्थों, फल, दूध, सब्जी आदि में अधिक होती है।

जीवाणुओं का वर्गीकरण

प्रारम्भ से ही जीवाणुओं का वर्गीकरण वैज्ञानिकों के लिये विवादास्पद विषय रहा है। सर्वप्रथम लीनियस ने अपनी पुस्तक **सिस्टेमा नेचुरी** (Systema Naturae) में जीवाणुओं को श्रेणी कोआस एवं वर्ग वर्मीज में रखा। वर्तमान में सभी जीवाणुओं का वर्गीकरण लीनियस की द्विनाम पद्धति के आधार पर किया जाता है, एवं इनकी जातियों का नामकरण भी अन्तर्राष्ट्रीय नामकरण नियमों के आधार पर ही सुनिश्चित किया जाता है।

जीवाणुओं का वर्गीकरण सूक्ष्मदर्शी परीक्षणों के आधार पर आकृति, परिमाप (Size) व अभिरंजन क्रियाओं को ध्यान में रखकर किया जाता है। लेकिन कभी–कभी ये आधारभूत तथ्य भी वर्गीकरण प्रणाली की आवश्यकताओं को पूरा नहीं कर पाते हैं अतः कॉलोनी की आकारिकी विशेषता, कशाभिकाओं की उपस्थिति, पोषण विधियां, जैव रासायनिक लक्षण, डी.एन.ए. संकरण, आर.एन.ए. सूचीकरण द्वारा क्षारक श्रृंखलाओं का तुलनात्मक विश्लेषण, रोग जनकता, एन्जाइम्स एवं सहएन्जाइम्स की कार्य प्रणाली आदि विशेषताओं के आधार पर भी जीवाणुओं का वर्गीकरण किया गया है। इस पुस्तक में डेविड बरजेस (David Bergey, 1901) द्वारा दिये गये जीवाणुओं के वर्गीकरण का उल्लेख किया जा रहा है, जो कि जीवाणुओं की आकारिकी, कार्यिकी लक्षण, वृद्धि, जैव रासायनिक विशेषताओं, पोषण विशिष्टताओं तथा आनुवांशिक लक्षणों पर आधारित है। यह वर्गीकरण **मेनुअल ऑफ डेटरमिनेटिव बैक्टीरियोलोजी** (Manual of Determinative Bacteriology, 1901) नामक पुस्तक में कुछ संशोधनों के साथ बरजेस मेनुअल ऑफ डेटरमिनेटिव बेक्टिरियोलोजी (Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, 1923) नामक पुस्तक में प्रकाशित किया गया है। इस पुस्तक का सातवां संस्करण 1957 में प्रकाशित हुआ जिसमें उपरोक्त आधार पर जीवाणुओं का वर्गीकरण दिया गया।

इस वर्गीकरण के आधार पर बरजेस ने जीवाणुओं को फाइलम प्रोटोजोआ में रखा जिसके दो वर्ग गठित किये –

वर्ग 1 शाइजोफाइसी – नील हरित शैवाल तथा

वर्ग 2 शाइजोमाइसिटीज – इसमें जीवाणुओं को रखा।

जीवाणुओं की संरचना

जीवाणुओं की संरचना का वर्णन निम्न बिन्दुओं के आधार पर किया जाता है–

आमाप (Size) – जीवाणु अत्यधिक सूक्ष्म आमाप के होते हैं। सामान्यतया जीवाणुओं का व्यास 0.2-1.5 m तथा लम्बाई 2-10 m तक होती है। कोकाई या गोलाभ जीवाणुओं का व्यास

0.5-2.5 m तक होता है जबकि दण्डाणु की लम्बाई 0.3-15 m तक होती है। सबसे बड़ा जीवाणु *बेगियाटोआ मिराबिलिस* है जिसका व्यास 16 से 45 m एवं लम्बाई 80 m या इससे अधिक होती है।

आकार (Shape) – प्रमुख जीवाणुओं की आकृतियों का विवरण निम्न प्रकार है– (चित्र 5.1)

1. कोकस या गोलाकार जीवाणु (Coccus or spherical bacteria) – ये जीवाणु गोलाकार होते हैं। इनका व्यास 0.5 से 1.25 m होता है। इनमें कशाभिकाएं अनुपस्थित होती है। ये जीवाणु निम्न प्रकार के होते हैं–

(i) **माइक्रोकोकाई** – ये अकेले मिलते हैं, उदाहरण *माइक्रोकोकस ऐगीलिस* व *म. ऑरियस*।

(ii) **डिप्लोकोकस** – संख्या में दो तथा कशाभिकाएं युग्म में जैसे *डिप्लोकोकस निमोनी*।

(iii) **टेट्राकोकस** – चार गोलाकार कोशिकाओं के रूप में, उदाहरण *माइक्रोकोकस टेट्राजिनस* व *नाइसिरिया*।

(iv) **स्ट्रेप्टोकोकस** – जंजीर के समान एक श्रृंखला के रूप में मिलते हैं, जैसे *स्ट्रेप्टोकोकस लेक्टिस*।

(v) **स्टेफाइलोकोकाई** – ये जीवाणु असामान्य एवं अनियमित विभाजित होकर अंगूर के गुच्छों के समान समूह बनाते हैं, उदाहरण *स्टेफाइलोकोकस आरियस*।

(vi) **सरसिनी** – ये जीवाणु एक घनाकार या पैकेट के रूप में नियमित आकृतियों में पाये जाते हैं, उदाहरण *सार्सिना लुटिया*।

2. बेसिलस या छड़ाकार जीवाणु (Bacillus or rod-shaped bacteria) – इन जीवाणुओं की आकृति एक छड़ या डण्डे के समान होती है। इनके सिरे गोल, चपटे या नुकीले होते हैं। ये कशाभिकायुक्त या कशाभिकारहित होते हैं। ये जीवाणु निम्न प्रकार के होते हैं–

(i) **एकल दण्डाणु या मोनोबेसिलस** – एक छड़नुमा जीवाणु एकल रूप में पाये जाते हैं जैसे *बेसिलस*।

(ii) **डिप्लोकोकस** – जब दण्डाणु दो छड़ों के एक युग्म के रूप में मिलते हैं, उदाहरण *डिप्लोकोकस न्यूमोनी*।

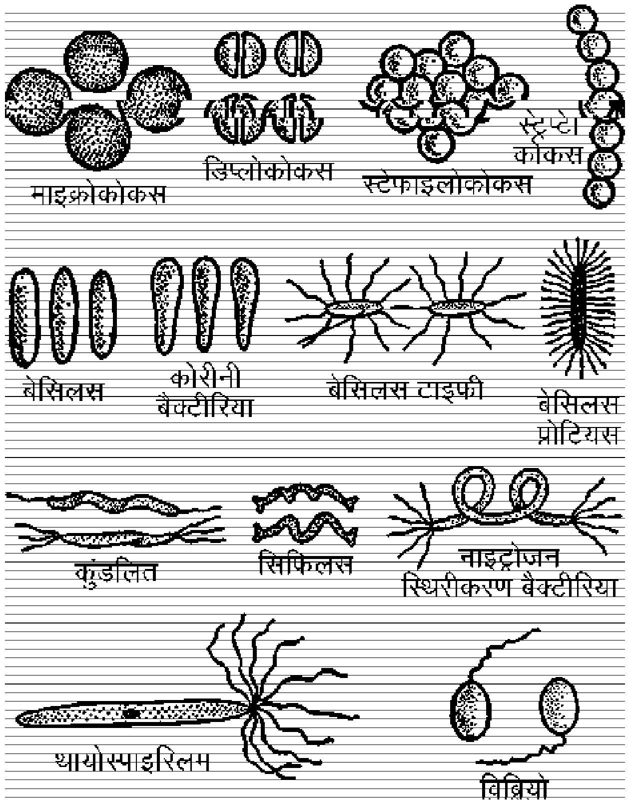
(iii) **स्ट्रेप्टोबेसिलस** – जब दण्डाणु जीवाणु एक श्रृंखला के रूप में पाये जाते हैं, उदाहरण *बेसिलस ट्यूबरकुलोसिस*।

3. सर्पिलाकार या कुण्डलित जीवाणु (Spiral or coiled bacteria) – ये जीवाणु सर्पिलाकार या कुण्डलित होते हैं। ये प्रायः एकल कोशिकीय स्वतंत्र इकाइयों के रूप में पाये जाते हैं तथा कशाभिकायुक्त होते हैं, उदाहरण *स्पाइरिलम माइनस, स्पाइरिलम वोलूटेन्स* आदि।

4. विब्रियो या कोमा (Vibrio or Coma) – ये जीवाणु छोटी घुमावदार या कोमा आकृति के होते हैं। इनके एक सिरे पर कशाभिका पाई जाती है, उदाहरण *विब्रियो कोलेराई*।

5. तन्तुमय (Filamentous) – ये एक बेसिलस जीवाणु है जो एक लम्बी श्रृखला के रूप में वृद्धि करते हैं एवं नलिकाकार आवरण से ढके रहते हैं। ये सामान्यतया लोह युक्त जल में पाये जाते हैं, उदाहरण *लेटरोथ्रिक्स, क्लेडोथ्रिक्स, बेगियाटोआ* आदि।

6. बहुरूपी (Pleomorphic) – इन जीवाणुओं में वातावरणीय परिवर्तनों के अनुसार अपने आकार व आकृति में अस्थाई परिवर्तन करने की क्षमता होती है। अतः ये एक से अधिक रूपों में पाये जाते हैं, उदाहरण *एसिटोबेक्टर*। सूक्ष्म अथवा दीर्घ छड़ (*बेसिलस*) अथवा सूक्ष्म छड़ों की श्रृंखला (*स्ट्रेप्टोबेसिलस*) जैसे रूपों में पाया जाता है (चित्र 14.1)।



चित्र 14.1 : जीवाणुओं के विभिन्न प्रकार

जीवाणु कोशिका संरचना

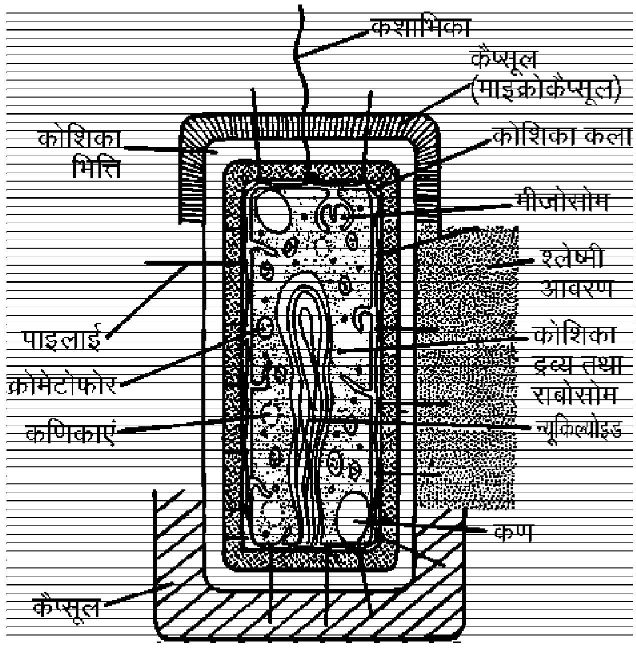
जीवाणु कोशिकाएं संरचना में सरल एवं आद्य लक्षणों वाली होती हैं। साथ ही इनमें सामान्य पादप कोशिकाओं से कुछ भिन्न अथवा अविकसित संरचनाएं मिलती हैं। इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी तथा विभिन्न अभिरंजन विधियों के द्वारा अध्ययन करने से इनकी कोशिकाओं में निम्नलिखित संरचनाएं दिखाई देती हैं–

1. **कोशिका भित्ति तथा कैप्सूल** – प्रत्येक जीवाणु एक कोशिका भित्ति से ढका रहता है। यह कोशिका भित्ति कीटों में पाये जाने वाले बाह्य कंकाल के समान होती है। अधिकांश जीवाणुओं में कोशिका भित्ति के बाहर जैली के समान एक अतिरिक्त पर्त होती है इसे **स्लाइम स्तर** कहते हैं। कुछ जीवाणुओं में यह पर्त काफी मोटी होती है तब इसे **कैप्सूल** कहते हैं। इस स्लाइम स्तर में जटिल कार्बोहाइड्रेट्स, अमीनो अम्ल तथा गोंद पाये जाते हैं। जीवाणु की कोशिका भित्ति म्यूरेमिक अम्ल तथा डाइएमीनोपिमेलिक अम्ल जैसे विशेष प्रकार के रासायनिक पदार्थों की बनी होती है।

2. **जीवद्रव्य** – यह एक कोशिका झिल्ली के द्वारा ढका रहता है। जीवाणु कोशिका का कोशिकाद्रव्य समांगी होता है जिसमें पोषण पदार्थों जैसे वसा पिण्ड तथा ग्लाइकोजन कणिकाएं पाई जाती हैं। जीवाणु कोशिका में सुविकसित केन्द्रक का अभाव होता है। इनमें केन्द्रकीय पदार्थ अर्थात् आनुवंशिक पदार्थ (डी.एन.ए.) कोशिकाद्रव्य में विसरित पड़ा रहता है। ऐसे केन्द्रक को **आद्य** या **आदिम केन्द्रक** कहते हैं। **कोशिकाद्रव्य** में रिक्तिकाएं तथा राइबोसोम पाये जाते हैं। लेकिन लवकों, माइटोकॉन्ड्रिया व अन्य झिल्लीयुक्त कोशिकांगों का अभाव होता है। जीवाणु की कुछ जातियों में एक विशेष प्रकार का पर्णहरित पाया जाता है जिसे **जीवाण्विक पर्णहरित** (Bacterio-chlorophyll) कहते हैं। इसी कारण इन जीवाणुओं की जातियों में प्रकाश संश्लेषण की क्रिया होती है। कोशिका झिल्ली कहीं–कहीं पर अन्दर की ओर धंसी हुई होती है। इन संरचनाओं को **मध्यकाय** या **मीसोसोम्स** (Mesosomes) कहते हैं। ऐसा समझा जाता है यहां उपस्थित एन्जाइम्स श्वसन जैसी क्रियाओं से संबंधित है (चित्र 14.2)।

चलजीवाणुओं में कशाभिकाएं संख्या तथा स्थिति में भिन्न–भिन्न होती हैं। इसके अनुसार जीवाणुओं को निम्नलिखित वर्गों में विभाजित किया गया है–

1. **अकशाभी, एट्राइकस** (Atrichous) – इनमें कशाभिकाएं नहीं होती हैं, उदाहरण *माइक्रोकोकस*।
2. **एककशाभी, मोनोट्राइकस** (Monotrichous) – एक सिरे पर केवल एक कशाभिका, उदाहरण *विब्रिओ*।
3. **सिफेलोट्राइकस** (Cephalotrichous) – एक सिरे पर एक से अधिक कशाभिकाएं जैसे *थायोस्पाइरिलम*।
4. **उभयकशाभी, एम्फीट्राइकस** (Amphitrichous) – कोशिका का दोनों सिरों पर एक–एक कशाभिका, उदाहरण *नाइट्रोसोमोनास*।



चित्र 14.2 : जीवाणु कोशिका की परासंरचना

5. **परिकशाभी, पेरिट्राइकम** (Peritrichous) – जब जीवाणु कोशिका के चारों ओर कशाभिकाएं होती है, उदाहरण *बेसिलस टाइफस*।
6. **गुच्छकशाभिक, लोफोट्राइकस** (Lophotrichous) – दोनों सिरों पर कशाभिकाओं की संख्या एक से अधिक, उदाहरण *स्पाइरिलम*।

पोषण

अन्य जीवों की भांति पोषण के आधार पर जीवाणु दो प्रकार के होते हैं– 1. स्वपोषी (Autotrophic) तथा 2. परपोषी (Heterotrophic)।

1. स्वपोषी जीवाणु (Autotrophic bacteria) – जीवाणुओं की बहुत कम जातियां स्वपोषित होती हैं। फिर भी कई प्रकार के जीवाणु कुछ रासायनिक क्रियाओं से ऊर्जा प्राप्त करके भोज्य पदार्थों का निर्माण करते हैं। कुछ उच्च पौधों की तरह प्रकाश–संश्लेषण भी करते हैं। इस आधार पर स्वपोषित जीवाणु मुख्यतया दो प्रकार के होते हैं– (क) प्रकाश संश्लेषी (ख) रसायनी संश्लेषी।

(क) **प्रकाश संश्लेषी जीवाणु** – कुछ जीवाणु जातियों में एक विशेष प्रकार का बैक्टीरियो क्लोरोफिल पाया जाता है। इसके अतिरिक्त कोशिकाओं में बैक्टीरियोविरिडिन (Bacterioviridin) या क्लोरोबियम क्लोरोफिल (Chlorobium chlorophyll) भी पाया जाता है। यह क्लोरोफिल उच्च श्रेणी में पाये जाने वाले क्लोरोफिल की

तरह ही मैग्नीशियम के यौगिक है किन्तु ये लवकों(Plastids) में नहीं होते हैं वरन् क्रोमेटोफोर्स (Chromatophores) में मिलते हैं। प्रकाश संश्लेषी जीवाणु हरे पौधों की तरह कार्बनडाइऑक्साइड से कार्बोहाइड्रेट्स का निर्माण करते हैं। प्रकाश संश्लेषण की यह क्रिया अधिकतर गंधक के यौगिक की उपस्थिति में ही संभव है H_2O के विपरीत यहाँ प्रमुखतः H_2S, हाइड्रोजन (H_2) का स्रोत है तथा उत्पाद के रूप में यहां ऑक्सीजन के स्थान पर गंधक (Sulphur) होता है।

$$CO_2 + 2H_2S \xrightarrow{\text{प्रकाश}} CH_2O + 2S + H_2O + \text{ऊर्जा}$$

उदाहरण – *क्रोमेटियम, क्लोरोबियम, क्लोरोबैक्टीरियम* आदि।

(ख) **रसायनी संश्लेषी** (Chemosyntheic) – कुछ जीवाणु कार्बनडाईऑक्साइड को कार्बोहाइड्रेट्स में परिवर्तित करने के लिये विभिन्न प्रकार की रासायनिक क्रियाओं से प्राप्त ऊर्जा का उपयोग करते हैं क्योंकि इनमें पर्णहरित नहीं होता है अतः ये सूर्य के प्रकाश की ऊर्जा का उपयोग नहीं कर सकते है। इनके द्वारा ऊर्जा प्राप्त करने के लिये कुछ पदार्थों का ऑक्सीकरण किया जाता है। इस प्रकार के कुछ पदार्थ जिनका ऑक्सीकरण जीवाणुओं द्वारा किया जाता है जैसे – गंधक व उसके यौगिक, अमोनिया, नाइट्राइट्स, लोहा, हाइड्रोजन, कार्बन मोनोक्साइड, मीथेन आदि। इन जीवाणुओं के नाम भी इसी प्रकार हैं जैसे – गंधक जीवाणु, लोह जीवाण आदि।

(i) **गंधक जीवाणु** – कई गंधक जीवाणु जैसे *बिगियाटोआ, थायोबेसिलस* आदि गंधक या गंधक यौगिकों को आक्सीकृत करके उनसे ऊर्जा प्राप्त करते हैं।

$$2H_2S + O_2 \rightarrow 2S + 2H_2O + 122.2\ \text{K.cal (ऊर्जा)}$$

यह गंधक जीवाणु के अंदर एकत्रित हो जाता है जो आवश्यकता पड़ने पर सल्फेट में बदल दिया जाता है–

$$2S + 2H_2O + 3O_2 \rightarrow 2H_2SO_4 + 284.4\ \text{K.cal (ऊर्जा)}$$

(ii) **लोह जीवाणु** – ये जीवाणु फेरस यौगिकों को फेरिक यौगिकों में ऑक्सीकृत करके उनसे ऊर्जा प्राप्त करते हैं–

$$4FeCO_3 + O_2 + 6H_2O \rightarrow 4FeCOH_2 + 4CO_2 + 81\ \text{K.cal (ऊर्जा)}$$

लोह जीवाणुओं के कुछ उदाहरण – *गैलियोनैला, लैप्टोथ्रिक्स, फैरोबेसिलस* आदि।

(iii) **हाइड्रोजन जीवाणु** – ये जीवाणु आणविक हाइड्रोजन को जल में बदल देते हैं तथा इससे प्राप्त ऊर्जा का उपयोग रासायनिक संश्लेषण में करते हैं। उदाहरण *बेसिलस पेन्टाट्रोफस* कार्बोहाइड्रेट का संश्लेषण करता है।

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O + 137\ \text{K.cal (ऊर्जा)}$$

$$2H_2 + CO_2 + 115\ \text{K.cal} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + H_2O$$

(iv) **नाइट्रीकारी जीवाणु** – ये जीवाणु नाइट्रोजन के यौगिकों से ऊर्जा प्राप्त करते हैं। उदाहरण (अ) अमोनिया को नाइट्रेट्स में ऑक्सीकृत करने वाले जीवाणु जैसे *नाइट्रोसोमोनास* व *नाइट्रोसोकोकस* तथा (ब) नाइट्राइट्स को नाइट्रेट में बदलने वाले जीवाणु जैसे *नाइट्रोबेक्टर* तथा *नाइट्रोसिस्टिस* आदि।

(अ) $2NH3 + 3O_2 \rightarrow 2HNO_2 + 2H_2O + 158\ \text{K.cal (ऊर्जा)}$

(ब) $2HNO_2 + O_2 \rightarrow 2HNO_3 + 38\text{K.cal (ऊर्जा)}$

(v) **कार्बन जीवाणु** – कुछ जीवाणु कार्बन मोनोऑक्साइड को ऑक्सीकृत करके ऊर्जा प्राप्त करते हैं। उदाहरण – *बेसिलस ऑलीगोकार्बोफिलस*।

$$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2 + \text{ऊर्जा}$$

(vi) **मीथेन जीवाणु** – ये जीवाणु मीथेन को ऑक्सीकृत करके ऊर्जा प्राप्त करते हैं। उदाहरण – *मीथेनोमोनास*।

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + \text{ऊर्जा}$$

2. परपोषित जीवाणु (Heterotrophic bacteria) – अधिकांश जीवाणु परपोषित होते हैं। इस प्रकार के जीवाणु जटिल कार्बनिक यौगिकों को एन्जाइम्स की सहायता से घुलनशील बनाकर अवशोषित करते हैं। ऐसे जीवाणु तीन प्रकार के होते हैं–

(क) **मृतजीवी** (Saprophytes) – ये जीवाणु मृत कार्बनिक पदार्थों पर अपना जीवनयापन करते हैं। मृत जीवों के शरीर को सड़ाने गलाने वाले ये ही जीवाणु होते हैं। ये जीवाणु एन्जाइम्स की सहायता से जटिल अघुलनशील कार्बनिक पदार्थों को सरल घुलनशील पदार्थों में बदल लेते हैं फिर इन पदार्थों को आवश्यकतानुसार अवशोषित कर लेते है।

(ख) **सहजीवी** (Symbionts) – ये जीवाणु दूसरे जन्तु या पौधे के साथ रहते हैं तथा उसे नुकसान नहीं पहुंचाते हैं वरन् कुछ फायदा ही देते हैं जिसके ये साथ रहते हैं। ये जीवाणु अपने लिये उनसे पोषण प्राप्त करते हैं बदले में उन परपोषी को नाइट्रोजन यौगिक प्रदान करते हैं। उदाहरण *राइजोबियम* जीवाणु की जातियां जो लैग्यूमिनस पौधों की जड़ों में ग्रंथियों के अन्दर पाये जाते हैं। ये जीवाणु वातावरण से युक्त नाइट्रोजन को नाइट्रेट में बदल देते हैं। इस नाइट्रेट का उपयोग पौधे करते हैं।

(ग) **परजीवी** (Parasitic) – ये जीवाणु पौधों या जन्तुओं के शरीर पर या भीतर रहते हैं तथा उन्हीं से अपना भोजन प्राप्त करते हैं। ये जीवों के शरीर में रहकर तरह–तरह की बीमारियां उत्पन्न करते हैं।

जीवाणुओं में श्वसन

जीवाणुओं में दो प्रकार का श्वसन होता है–

1. ऑक्सीश्वसन 2. अनॉक्सीश्वसन

1. **ऑक्सीश्वसन** (Aerobic respiration) – कुछ जीवाणु ऑक्सीजन का उपयोग करते हुए उच्च श्रेणी के जीवों की तरह श्वसन करते हैं।
2. **अनॉक्सीश्वसन** (Anaerobic respiration) – कुछ जीवाणु ऑक्सीजन का उपयोग नहीं करते हुए श्वसन क्रिया करते हैं।

जीवाणुओं में जनन

जीवाणुओं में जनन अनेक विधियों द्वारा होता है किन्तु यह अधिकतर (i) कायिक व (ii) अलैंगिक प्रकार का होता है। (iii) लैंगिक जनन भी कुछ जीवाणुओं में बताया गया है। यद्यपि जीवाणुओं में सत्य लैंगिक जनन नहीं पाया जाता है।

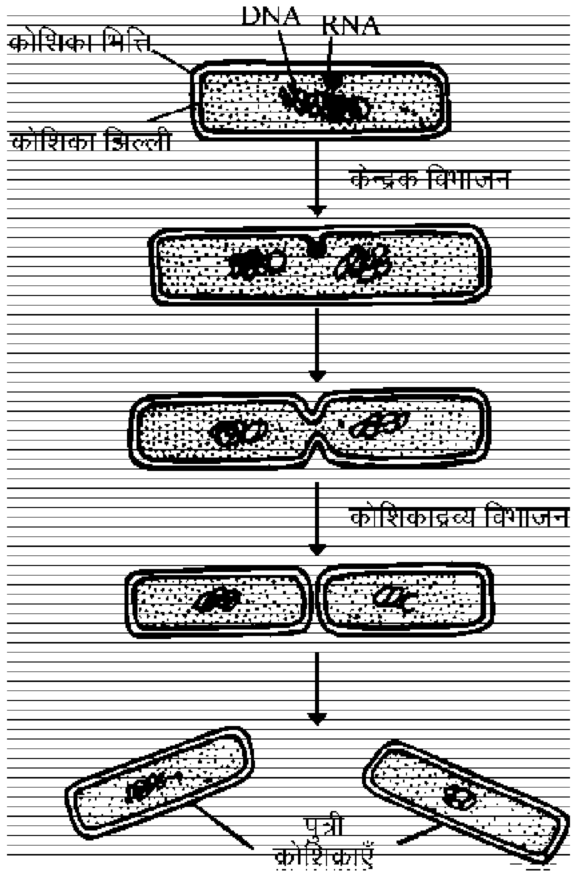
1. कायिक जनन – यह मुख्यतया दो प्रकार से होता है– (i) द्विखण्डन व (ii) मुकुलन द्वारा।

(i) **द्विखण्डन द्वारा** (Binary fission) – इसमें अनुकूल परिस्थितियों में एक कोशिका दो बराबर पुत्री कोशिकाओं में बंट जाती है। यह क्रिया कोशिका के बीच उत्पन्न होने वाले दबाव के कारण होती है। इसमें आनुवंशिक पदार्थ (DNA) असूत्री (Amitosis) विभाजन द्वारा दो बराबर भागों में बंटकर दोनों संतति कोशिकाओं में चला जाता है (चित्र 14.3)।

(ii) **मुकुलन** (Budding) – कुछ जीवाणुओं की कोशिका में एक ओर अतिवृद्धि बनती है तथा इसमें कोशिकाद्रव्य असमान भागों में विभक्त होता है। साथ ही आनुवंशिक पदार्थ भी बंट जाता है। कोशिकाद्रव्य के इस असमान विभाजन के कारण दो असमान संतति कोशिकाएं बनती हैं। बनने वाली छोटी संतति कोशिका **कलिका या मुकुल** (Bud) कहलाती है। यह कुछ समय तक मातृ कोशिका से लगी रहती है।

2. अलैंगिक जनन – यह कई प्रकार के बीजाणुओं के द्वारा होता है। ये सभी बीजाणु अचल होते हैं।

(i) **कोनिडिया द्वारा** (By Conidia) – जीवाणुओं में गोल या छड़ के आकार के कोनिडिया शाखाओं के सिरों पर निर्मित होते हैं। परिपक्व होने के बाद मुख्य शाखाओं से अलग हो जाते हैं। ये तलाभिसारी क्रम में होते हैं। उदाहरण *स्ट्रेप्टोमाइसीज*।



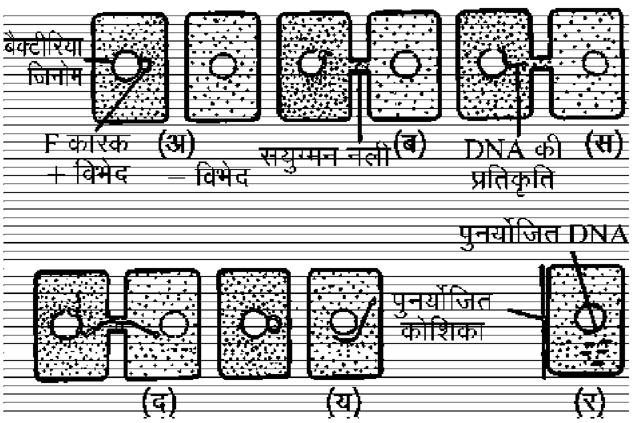
चित्र 14.3 : जीवाणु कोशिका में द्विखण्डन द्वारा जनन

(ii) **अन्तःबीजाणु या एण्डोस्पोर** (Endospore) – ये बीजाणु प्रतिकूल परिस्थितियों में बनते हैं। इसमें जीवाणु कोशिका का जीवद्रव्य जल छोड़कर सिकुड़ जाता है तथा केन्द्र में एकत्रित हो जाता है तथा शीघ्र ही इसके चारों ओर एक मोटी भित्ति बन जाती है। यही अवस्था अन्तःबीजाणु है। ये अन्तःबीजाणु अत्यन्त प्रतिकूल परिस्थितियों को भी सहन करने में सक्षम होते हैं। उदाहरण *बेसिलाई*।

3. लैंगिक पुर्नयोजन – जीवाणुओं में लैंगिक जनन सामान्य रूप से होने वाला जनन नहीं है। संवर्धन प्रयोगों एवं अन्य अनुसंधानों के आधार पर जीवाणुओं में निम्नलिखित प्रकार का जनन पाया जाता है–

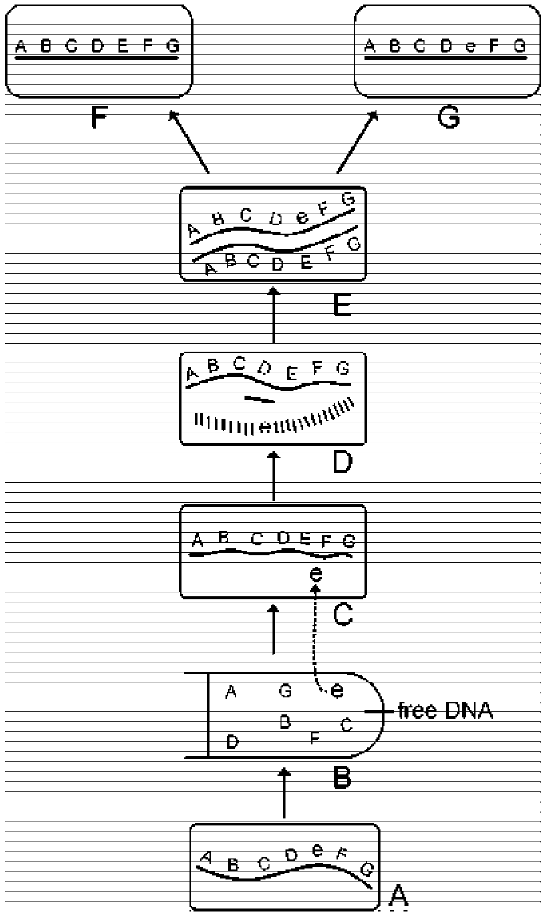
(i) **संयुग्मन** (Conjugation) – इस प्रकार का प्रक्रम दो छोटे आमाप (Size) के जीवाणुओं के बीच होता है। यह क्रिया दो विभिन्न विभेदों (Strains) के बीच होती है। इसमें नर कोशिका, दाता तथा मादा कोशिका ग्राही कोशिका या विभेद (Strain) कहलाती है। संयुग्मन के समय दाता तथा ग्राही कोशिकाएं निकट आती हैं तथा इनके सम्पर्क स्थान पर छोटी अतिवृद्धि उत्पन्न होती है। बाद में दोनों विभेद की

अतिवृद्धि थोड़ी लम्बाई में बढ़कर आपस में जुड़ जाती है। इसे संयुग्मन नलिका कहते हैं। यह संयुग्मन नलिका दोनों कोशिकाओं (+ व – विभेद) के बीच एक सेतु या ब्रिज का कार्य करती है। इसी संयुग्मन नलिका से नर यानि दाता का कोशिकाद्रव्य अपने आनुवंशिक पदार्थ सहित मादा अर्थात् ग्राही जीवाणु कोशिका में चला जाता है। कुछ समय के लिये मादा जीवाणु अपूर्ण द्विगुणित (Incomplete diploid) की तरह रहता है। अब इस जीवाणु कोशिका के गुण दाता और ग्राही दोनों से भिन्न होते हैं। इस प्रकार एक म्यूटेन्ट जीवाणु (Mutant bacteria) की उत्पत्ति होती है। अर्धसूत्री विभाजन नहीं होता है। अधिकांश म्यूटेन्ट जीवाणुओं में जो संयुग्मन से बने होते हैं एक सम्पूर्ण मादा गुणसूत्र तथा नर गुणसूत्र का केवल कुछ ही भाग होता है। ऐसा इसलिये होता है कि सूक्ष्म विक्षोभ (Disturbance) भी संयुग्मन के समय दोनों को अलग कर देता है। इस प्रकार से बनी म्यूटेन्ट कोशिका अपने जनकों की अपेक्षा अधिक प्रतिकूल परिस्थितियों में जीवित रहने में समर्थ होती है। यह जीवाणुओं का अत्यन्त साधारण एवं प्रारम्भिक प्रकार का लैंगिक जनन है जिसमें कोशिका गुणन (Multiplication) भी नहीं होता है (चित्र 14.4)।



चित्र 14.4 : जीवाणु कोशिकाओं में संयुग्मन की प्रावस्थाएं

(ii) **रूपान्तरण** (Transformation) – संवर्धन माध्यम (Culture medium) से आनुवंशिक पदार्थों का अवशोषण करके नई जीवाणु कोशिकाओं का निर्माण इस क्रिया के द्वारा होता है। एक विभेद (Strain) की मृत कोशिकाओं का निलम्बन दूसरे विभेद की कोशिकाओं के संवर्धन माध्यम में मिला दिया जाये तो ग्राही जीवित जीवाणु कोशिकाएं मृत कोशिकाओं के आनुवंशिक पदार्थ डी.एन.ए. का अवशोषण कर लेती है। ऐसा भी देखा गया है कि उपर्युक्त मृत कोशिकाओं के निष्कर्षण (Extraction) को प्रयोग में लाने से ही म्यूटेन्ट कोशिकाओं का निर्माण हो जाता है। इस क्रिया को रूपान्तरण कहते हैं (चित्र 14.5)।

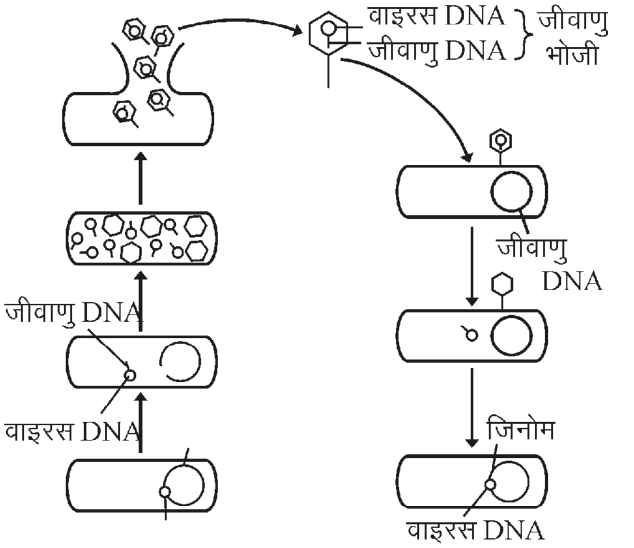


चित्र 14.5 : जीवाणुओं में रूपान्तरण की प्रक्रिया

(iii) **पारक्रमण** (Transduction) – कुछ जीवाणुओं में जीन स्थानान्तरण की यह एक महत्वपूर्ण क्रिया है जिसको जीवाणु परजीवी विषाणु जीवाणुभोजी के द्वारा सम्पन्न करते हैं। संक्रमण के समय जीवाणुभोजी तथा संक्रमित जीवाणु के बीच आनुवंशिक पदार्थों की अदला–बदली होती है। जीवाणु कोशिका के अन्दर ही विषाणु अपनी संख्या बढ़ाता है। इस प्रकार बनने वाले नये विषाणु कणों में जीवाणु के न्यूक्लिक अम्ल का कुछ भाग भी संलग्न हो जाता है। इस प्रकार का जीवाणुभोजी जब किसी दूसरी जीवाणु कोशिका को संक्रमित करता है तो पूर्व जीवाणु का लाया गया आनुवंशिक पदार्थ इस कोशिका में छोड़ दिया जाता है। इस प्रकार एक म्यूटेन्ट (Mutant) कोशिका का निर्माण होता है। इस प्रकार विषाणु के माध्यम से होने वाली यह क्रिया **ट्रान्सडक्शन** कहलाती है (चित्र 14.6)।

ग्राम पोजिटिव एवं ग्राम नेगेटिव जीवाणु

डेनमार्क के प्रसिद्ध चिकित्सक **क्रिश्चियन ग्राम** (Christian Gram, 1884) ने अपनी प्रसिद्ध एवं सर्वमान्य अभिरंजन विधि द्वारा जीवाणुओं को दो समूहों में विभेदित किया –



चित्र 14.6 : जीवाणुओं में पराक्रमण की क्रिया

(i) वे जीवाणु जो ग्राम अभिरंजन (क्रिस्टल वायोलेट) से अभिरंजित कर देने तथा बाद में ऐल्कोहॉल से धोने पर भी अभिरंजित बने रहते हैं इन्हें **ग्राम धनात्मक** या **ग्राम ग्राही** या **ग्राम पोजिटिव** (G^+) कहा जाता है। उदाहरण – *माइक्रोकोकस, स्ट्रेप्टोकोकस, लेप्टोबेसिलस, क्लोस्ट्राडियम* आदि।

(ii) ग्राम नेगेटिव – वे जीवाणु जो उपरोक्त प्रक्रिया के अंत में अभिरंजन छोड़ देते हैं। उन्हें **ग्राम णात्मक** या **ग्राम अग्राही** या **ग्राम नेगेटिव** (G^-) जीवाणु कहते हैं। उदाहरण – *राइजोबियम, सूडोमोनास, साल्मोनेला, विब्रियो* आदि।

महत्वपूर्ण बिन्दु

1. जीवाणु एककोशिक एवं प्रोकैरियोटिक सूक्ष्म जीव है, इनकी खोज एन्टोनी वान ल्यूवेनहॉक (1676) ने की।
2. जीवाणु सर्वव्यापी है। ये भूमि, मृदा, वायु, जल, भोजन व जन्तु आदि सभी में मिलते हैं।
3. बरजेस मेनुअल ऑफ डेटरमिनेटिव बेक्टीरियोलोजी का आठवां संस्करण सन् 1774 में बुचान एवं गिबन्स द्वारा प्रकाशित किया गया जिसमें जीवाणुओं को 19 भागों में बांटा गया।
4. संरचनात्मक दृष्टि से जीवाणु आमाप व आकार में भिन्नता दर्शाते हैं।
5. जीवाणु कोशिकाएं संरचना में सरल एवं आद्य लक्षणों वाली होती हैं।
6. पोषण के आधार पर जीवाणु दो प्रकार के होते हैं–
   (i) स्वपोषी तथा (ii) परपोषी
7. जीवाणुओं में श्वसन दो प्रकार का होता है–
   (i) ऑक्सीश्वसन व (ii) अनॉक्सीश्वसन
8. जीवाणुओं में जनन अनेक विधियों द्वारा होता है जैसे कायिक, अलैंगिक व कुछ जीवाणुओं में लैंगिक जनन।
9. जीवाणु लाभदायक व हानि पहुंचाने वाले दोनों प्रकार के होते हैं।
10. क्रिश्चियन ग्राम (1884) ने अपनी प्रसिद्ध एवं सर्वमान्य अभिरंजन विधि द्वारा जीवाणुओं को ग्राम पोजिटिव तथा ग्राम नेगेटिव दो वर्गों में वर्गीकृत किया।

अभ्यासार्थ प्रश्न

वस्तुनिष्ठ प्रश्न

1. सर्वप्रथम जीवाणु की खोज की थी–
   (अ) कोच (ब) पाश्चर
   (स) ल्यूवेनहॉक (द) जेनर ने
2. म्यूकोपेप्टाइड कोशिका भित्ति लक्षण है–
   (अ) जीवाणु का (ब) नीलहरित शैवाल का
   (स) हरित शैवाल का (द) यीस्ट का
3. जीवाणुओं में श्वसन स्थल है–
   (अ) राइबोसोम (ब) मीसोसोम
   (स) कार्बोक्सिसोम (द) एपीसोम
4. रसायन संश्लेषी जीवाणु–
   (अ) प्रकाश संश्लेषण नहीं करते
   (ब) प्रकाश में भोजन बनाते हैं
   (स) रासायनिक क्रिया नहीं करते
   (द) रासायनिक ऊर्जा का उपयोग कर भोजन बनाते हैं।

अतिलघूत्तरात्मक प्रश्न

1. जीवाणु विज्ञान का पिता किसे कहा जाता है?
2. लेग्यूम की मूल ग्रंथियों में कौनसा जीवाणु पाया जाता है?
3. ग्राम पोजिटिव जीवाणु क्या है?
4. ग्राम नेगेटिव जीवाणु क्या है?

लघूत्तरात्मक प्रश्न

1. जीवाणुओं का वितरण बताइये।
2. संपुटिका क्या है? इसके कार्य समझाइये।
3. ग्राम नेगेटिव व ग्राम पोजिटिव में अन्तर बताइये।
4. जीवाणु कोशिका का नामांकित चित्र बनाइये।

निबन्धात्मक प्रश्न

1. जीवाणुओं के वर्गीकरण का संक्षिप्त विवरण दीजिये।
2. जीवाणुओं की संरचना एवं पोषण विधियों पर लेख लिखिये।
3. जीवाणु में अलैंगिक जनन समझाइये।
4. जीवाणुओं में लैंगिक जनन का सचित्र वर्णन कीजिये।

उत्तरमालाः 1 (स) 2 (अ) 3 (ब) 4 (द)