इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय
विज्ञान विद्यापीठ

BBYCT-131
जैव विविधता (माइक्रोब्स, एल्गी, फंजाई और आर्किगोनिएट्स)

खंड

1

सूक्ष्मजीव

इकाई 1
विषाणु : सामान्य वर्णन और आर्थिक महत्व 7

इकाई 2
विषाणु : पुनरावृत्ति 37

इकाई 3
बैक्टीरिया : सामान्य वर्णन एवं आर्थिक महत्व 60

इकाई 4
बैक्टीरिया : जनन 97

पाठ्यक्रम अभिकल्प समिति

डॉ. ए. के. क्वाथेकर (रि.)
वरिष्ठ सलाहकार
वनस्पति विज्ञान विभाग,
श्री वेंकेटेश्वर कालेज,
दिल्ली विश्वविद्यालय, नई दिल्ली

डॉ. स्नेह चोपड़ा (रि.)
वनस्पति विज्ञान विभाग, कालिंदी कालेज,
दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली

प्रो. जसवंत सोखी
विज्ञान विद्यापीठ,
इं.गा.रा.मु.वि.वि., नई दिल्ली

प्रो. अमृता निगम
विज्ञान विद्यापीठ,
इं.गा.रा.मु.वि.वि., नई दिल्ली

प्रो. महेन्द्र सिंह नाथावत
निदेशक,
विज्ञान विद्यापीठ
इं.गा.रा.मु.वि.वि., नई दिल्ली

प्रो. विजयश्री
निदेशक (पूर्व)
विज्ञान विद्यापीठ
इं.गा.रा.मु.वि.वि., नई दिल्ली

खंड निर्माण समिति

प्रो. अमृता निगम
विज्ञान विद्यापीठ,
इं.गा.रा.मु.वि.वि., नई दिल्ली

डॉ. स्वाती ओमनवार
सलाहकार
विज्ञान विद्यापीठ,
इं.गा.रा.मु.वि.वि., नई दिल्ली

डॉ. ए. के. क्वाथेकर (रि.)
वरिष्ठ सलाहकार
वनस्पति विज्ञान विभाग,
श्री वेंकेटेश्वर कालेज,
दिल्ली विश्वविद्यालय
नई दिल्ली

डॉ. कुमकुम चतुर्वेदी
(हिन्दी अनुवाद)

पाठ्यक्रम समन्वयक : प्रो. जसंवत सोखी एवं प्रो. अमृता निगम

मुद्रण निर्माण

श्री सुनील कुमार
सहायक कुलसचिव (प्रकाशन)
विज्ञान विद्यापीठ, इग्नू, नई दिल्ली

आभार : श्री मनोज कुमार, शब्द प्रसंस्करण के लिए एवं श्री अजीत कुमार, चित्रों के लिए।

अक्टूबर, 2019

© इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय, 2019

ISBN : 978-93-89668-41-4

सर्वाधिकार सुरक्षित। इस कार्य का कोई भी अंश इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय की लिखित अनुमति लिए बिना किसी भी रूप में मिमियोग्राफ (मुद्रण) अथवा किसी अन्य साधन से पुनः प्रस्तुत करने की अनुमति नहीं है।

इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय के पाठ्यक्रमों के विषय में और अधिक जानकारी विश्वविद्यालय के कार्यालय, मैदानगढ़ी, नई दिल्ली–110 068 और इग्नू की वेबसाइट www.ignou.ac.in से प्राप्त की जा सकती है।

इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय की ओर से प्रो. महेंद्र सिंह नाथावत, निदेशक (विज्ञान विद्यापीठ) द्वारा मुद्रित एवं प्रकाशित।

लेजर टाइप सेटिंग : राजश्री कम्प्यूटर्स, वी-166ए, भगवती विहार (नजदीक सेक्टर 2, द्वारका), उत्तम नगर, नई दिल्ली-110059

मुद्रक : **सरस्वती ऑफसेट प्रिन्टर्स प्रा.लि.,** ए.5, नरायणा इण्डस्ट्रियल एरिया, फेस–2, दिल्ली–110028

जैवविविधता (माइक्रोब्स, एल्गी, फंजाई और आर्कीगोनिएट्स)

आप इस चयनित पाठ्यक्रम, जिसका नाम सीबीसीएस-वनस्पति विज्ञान पेपर-I : जैवविविधता (माइक्रोब्स, एल्गी, फंजाई और आर्कीगोनिएट्स) है में सूक्ष्मजीवों एवं अ-पुष्पीय पादपों के विषय में पढ़ेंगे। इस पाठ्यक्रम में आप जानेंगे कि ये जीव अपने शरीर के संगठन और जनन के तरीकों में कितने विविध हैं। आप ये भी समझ पाएंगे कि ये जीव अपने विविध आवासों जलीय और थलीय दोनों में सफलतापूर्वक जीवन यापन के लिए किन संगठनात्मक और जनन पद्धतियों को अपनाते हैं। आपको इन जीवों के पारिस्थितिक और मानव कल्याण के लिए महत्व को भी बताया जाएगा।

यद्यपि जीवों के कुछ समूह जैसे सूक्ष्मजीव, कवक और यहां तक कि वास्तविक शैवालों का भी पारंपरिक रूप से वनस्पति विज्ञानियों द्वारा अध्ययन किया जाता है, लेकिन इन्हें अब वास्तविक पादप नहीं माना जाता है। पादप तथा अपादप जीवों के बीच इस मौलिक अन्तर के बावजूद, इनका वनस्पति विज्ञान की पाठ्य सामग्री के रूप में समावेशन उचित है क्योंकि ये अपनी पारिस्थितिकीय, आकारिकीय, शरीरक्रिया विज्ञान तथा जनन के तरीकों में कुछ समानताएं दर्शाते हैं।

सभी प्रकार के जीवों के विकास के क्रम में होने वाली सबसे महत्वपूर्ण घटनाओं में से एक जीवन का जलीय परिवेश से थलीय आवास में स्थानांतरण है। यह वास्तव में कैसे और कब हुआ यह अभी तक एक अनसुलझी पहेली है। यद्यपि हम उन महत्वपूर्ण और संभावित कार्यनीतियों का पता लगाकर उन पर चर्चा करते हैं, जिनको जीवों द्वारा इस महत्वपूर्ण घटना के काल में और उसके बाद अपनाया गया था। आपको ये भी याद रखना चाहिए कि सबसे स्वाभाविक, सबसे विकसित पादप समूह, पुष्पीय पादप जिसका प्रतिनिधित्व लगभग 2,60,000 स्पीशीज द्वारा किया जाता है, इस पाठ्यक्रम का हिस्सा नहीं है। इस अवलोकन से ही आपको पादप जीवन की विविधता को समझ लेना चाहिए।

यह चार क्रेडिट का पाठ्यक्रम है (यूजीसी-सीबीसीएस-मूल वनस्पति विज्ञान, पेपर-I जैवविविधता (माइक्रोब्स, एल्गी, फंजाई और आर्कीगोनिएट्स) के अध्ययन की समग्र रूपरेखा निम्न प्रकार से है :

पाठ्यक्रम BBYCT-131

वनस्पतिविज्ञान, पेपर-I जैवविविधता (माइक्रोब्स, एल्गी, फंजाई और आर्कीगोनिएट्स)

खंड 1	सूक्ष्मजीव (4 इकाइयां)
खंड 2	शैवाल (4 इकाइयां)
खंड 3	कवक (3 इकाइयां)
खंड 4	आर्कीगोनिएट, ब्रायोफाइटा (4 इकाइयां)
खंड 5	टेरिडोफाइटा (3 इकाइयां)
खंड 6	जिम्नोस्पर्म (4 इकाइयां)

उद्देश्य

इस पाठ्यक्रम को पढ़ने के बाद, आपको इस योग्य होने चाहिए कि आप :

- जीवन प्रकारों की संरचना, संख्या, वितरण और विविधता को समझ सकें;
- विभिन्न समूहों की उत्पत्ति, विकास और उनके बीच परस्पर संबंधों की चर्चा कर सकें;
- विभिन्न समूहों को मुख्य व्यापक श्रेणियों में वर्गीकृत कर सकें;
- ये कैसे जनन करते हैं इसका वर्णन कर सकें;
- पादपों के इन समूहों की पारिस्थितिक तंत्र में और मानव-कल्याण में भूमिका की चर्चा कर सकें;
- कुछ चयनित वंशों के जीवन चक्रों का अध्ययन कर सकें; और
- आदिम आर्कीगोनिएटों द्वारा थलीय आवास में स्थानांतरण के काल में अपनाई गई कार्यनीतियों और उनके महत्व के बीच संबंध बता सकें।

ignou THE PEOPLE'S UNIVERSITY

खंड 1 : सूक्ष्मजीव

यह जैव विविधता (माइक्रोब्स, एल्गी, फंजाई और आर्कीगोनिएट्स) पाठ्यक्रम का पहला खंड है। पहली दो इकाइयों में आप वाइरस (विषाणु) के विषय में पढ़ेंगे जबकि अगली दो इकाइयों में बैक्टीरिया (जीवाणु) के बारे में बताया गया है। पृथ्वी ग्रह पर जीवन को तीन डोमेन/क्षेत्रों में वर्गीकृत किया जा सकता है : आर्किया, बैक्टीरिया और यूकैरियोटा। आर्किया और बैक्टीरिया असीमकेन्द्रकी एक कोशिकीय जीव हैं जिनकी कोशिकाओं में केन्द्रक नहीं होता है। यूकैरियोटा की कोशिकाओं में केन्द्रक तथा कलाबद्ध अंगक होते हैं। सभी जंतु, पादप, कवक और प्रोटोजोआ को डोमेन यूकैरियोटा में रखा गया है।

बैक्टीरिया पृथ्वी पर पहले जीव थे। पृथ्वी 4.6 अरब वर्ष पहले अस्तित्व में आई थी और बैक्टीरिया कम से कम 3.7 अरब वर्ष से पृथ्वी ग्रह पर रह रहे हैं। पृथ्वी पर आज पाए जाने वाले सरलतम और सबसे प्रचुर सूक्ष्मजीव बैक्टीरिया है और ये सबसे प्राचीन माने जाते हैं। जीवविज्ञानी मानते हैं कि ये उन जीवों से काफी मिलते हैं जो पृथ्वी पर सबसे पहले विकसित हुए थे। सूक्ष्मजीव सजीव हैं (जैसे बैक्टीरिया, आर्किया, कवक, वाइरस) जो इतने छोटे होते हैं कि इन्हें नग्न आँखों से नहीं देखा जा सकता है। ये सूक्ष्मदर्शी से देखने पर ही दिखाई देते हैं।

पहली इकाई में विषाणु की दुनिया का परिचय दिया गया है। विषाणु जीवन की एकमात्र ऐसी प्रकार हैं जो जीवन के सभी तीनों डोमेन/क्षेत्रों (यानी आर्किया, बैक्टीरिया और यूकैरियोटा) को संक्रमित करती हैं। वाइरस को छोटे, अविकल्पी, अन्तराकोशिकीय कणों के रूप में परिभाषित किया जा सकता है जिन्हें सिर्फ इलेक्ट्रोन सूक्ष्मदर्शी से देखा जा सकता है और जो परपोषी कोशिका को संक्रमित करके उसके अंदर पुनरावृत्ति करने लगते हैं। विषाणु ने निर्जीव और जीवन (सजीव) के बीच की सीमा को धूमिल कर दिया है। सभी विषाणु अकोशिकीय तत्व हैं और प्रोटीन अवरण के भीतर आनुवंशिक सामग्री (DNA अथवा RNA) से बने होते हैं। वाइरस में जर्म सिद्धान्त का खंडन करने की क्षमता है, जिसके कारण इनकी खोज हुई। वाइरस की संरचना और प्रत्येक संघटक के कार्यों के साथ ही वाइरस के गुणों पर विस्तार से चर्चा की गई है। वाइरस आर्थिक रूप से महत्वपूर्ण होते हैं क्योंकि ये मनुष्यों (स्वाइन फ्लू), जंतुओं (खुर पका मुंह पका) तथा फसलों (टुबैकोमोजैक रोग) में रोग उत्पन्न करते हैं। ये चिकित्सा में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं (टीका उत्पादन, कैन्सर का उपचार, फेजथिरेपी)।

दूसरी इकाई में आप विषाणु की पुनरावृत्ति के विषय में पढ़ेंगे। विषाणु अपने आप पुनरावृत्ति नहीं कर सकते हैं, उन्हें विषाणु जीनोम तथा प्रोटीन के संश्लेषण के लिए परपोषी कोशिका की मशीनरी की आवश्यता होती है। पुनरावृत्ति के लिए विषाणु को पहले परपोषी कोशिका में प्रवेश करके फिर पुनरावृत्ति करनी पड़ती है। इस इकाई में आप विषाणु की पुनरावृत्ति में सम्मिलित चरणों जैसे : संलग्नन/अधिषोषण, वेधन और अनावरित करना, जैवसंश्लेषण, एसेम्बली/सम्मुचयन और निर्मुक्ति का अध्ययन करेंगे। हमने एक DNA वाइरस (T फेज) और एक RNA वाइरस (TMV) को विस्तृत अध्ययन के लिए चुना है। इनसे आपको पुनरावृत्ति की प्रक्रिया को समझने विशेष रूप से विषाणु की पुनरावृत्ति के लयजनक और लयन चक्र को समझने में सहायता मिलेगी।

तीसरी इकाई में सूक्ष्मजीवों के अत्यधिक विविध समूहों का परिचय प्रस्तुत किया गया है जो विभिन्न आकारिकी और शरीरक्रिया विज्ञान प्रदर्शित करते हैं। बैक्टीरिया पृथ्वी पर सर्वव्यापी है। इस इकाई में बैक्टीरिया की संरचना और आकारिकी का संक्षिप्त विवरण दिया गया है और बैक्टीरिया की कोशिका में पाए जाने वाले विभिन्न अंगकों का वर्णन किया गया है। बैक्टीरिया के भिन्न आकार होते हैं और इन्हें इनके आकार के आधार पर वर्गीकृत किया जा सकता है। पृथ्वी पर बैक्टीरिया के बिना जीवन संभव नहीं था क्योंकि उन्होंने पारितंत्र (ईकोसिस्टम) के अनेक आवश्यक कार्यों को संभव बनाया है जिनमें वायुमंडल की नाइट्रोजन का यौगिकीकरण और अनेक जलीय समुदायों में जैविक तत्व का अपघटन सम्मिलित है। बैक्टीरिया सभी अन्य जीवन प्रकारों के लिए अनिवार्य पदार्थों के चक्रण और उत्पादकता दोनों में प्रमुख भूमिका निभाते हैं। इस इकाई में हमारे जीवन में बैक्टीरिया के आर्थिक महत्व और उनके हानिकारक प्रभावों के विषय में भी बताया गया है।

चौथी इकाई में बैक्टीरिया में जननः अलैंगिक और लैंगिक जनन के विभिन्न पहलुओं के विषय में बताया गया है। आप द्विखंडन, बीजाणु अंतरचोल/एन्डोस्पोर, बीजाणु बर्हिचोल/एक्सोस्पोर अथवा सिस्ट निर्माण द्वारा अलैंगिक जनन के विषय में भी पढ़ेंगे। खंडन अथवा द्विखंडन बैक्टीरिया का एक गुण है और जो इनके अतिरिक्त सिर्फ कुछ यीस्ट में ही और पाया जाता है।

बैक्टीरिया में पाया जाने वाला लैंगिक जनन असीमकेन्द्रकी जीवों से काफी भिन्न होता है, लेकिन इसमें आनुवंशिक पुर्नयोग होता है। बैक्टीरिया में आनुवंशिक स्थानांतरण और पुर्नयोग संयुग्मन, पारगमन और पारक्रमण की क्रियाओं के द्वारा होता है।

उद्देश्य

इस खंड को पढ़ने के बाद आप :

- विषाणु की खोज को जान सकेंगे और उनके संरचनात्मक घटकों का वर्णन कर पाएंगे;
- विषाणु के वर्गीकरण के मानकों को जान सकेंगे और DNA वाइरस (T फेज) तथा RNA वाइरस (TMV) के बीच अन्तर कर पाएंगे;
- विषाणु के आर्थिक महत्व बता सकेंगे;
- विषाणु पुनरावृत्ति के विभिन्न तरीकों को बता सकेंगे तथा लयजनक और लयन चक्र के बीच अन्तर कर पाएंगे;
- बैक्टीरिया की खोज के इतिहास को समझ सकेंगे और बैक्टीरिया की विशिष्ट विशेषताओं को बता सकेंगे;
- बैक्टीरिया का उनके आकार के आधार पर वर्गीकरण कर सकेंगे और बैक्टीरिया की संरचना और आकारिकी की पहचान पाएंगे;
- बैक्टीरिया के आर्थिक महत्व की सूची बना सकेंगे;
- बैक्टीरिया में विभिन्न प्रकार के जनन का वर्णन कर सकेंगे और बैक्टीरिया में अलैंगिक और लैंगिक जनन के बीच अन्तर कर पाएंगे; तथा
- बैक्टीरिया में संयुग्मन, पारक्रमण और पारगमन के बीच समानता और अन्तर बता सकेंगे।

इकाई 1

विषाणु : सामान्य वर्णन और आर्थिक महत्व

इकाई की रूपरेखा

1.1 प्रस्तावना
उद्देश्य
1.2 खोज
1.3 सामान्य विवरण
विषाणु का साइज़
विषाणु की संरचना
विषाणु की सममिति
विषाणु का आवरण
विषाणु न्यूक्लीक अम्ल
विषाणु एन्जाइम और उनकी अंतर्वस्तुएं
विषाणु वर्गिकी
1.4 डीएनए विषाणु (T फेज)
1.5 आरएनए विषाणु (TMV)
1.6 अन्य विषाणु जैसी संरचनाएँ : उपविषाणु कण
वाइरॉइड
प्रियोन
1.7 आर्थिक महत्व
विषाणु रोगों के कारण आर्थिक हानि
विषाणु के आर्थिक लाभ
1.8 सारांश
1.9 अंत में कुछ प्रश्न
1.10 उत्तर
शब्दावली

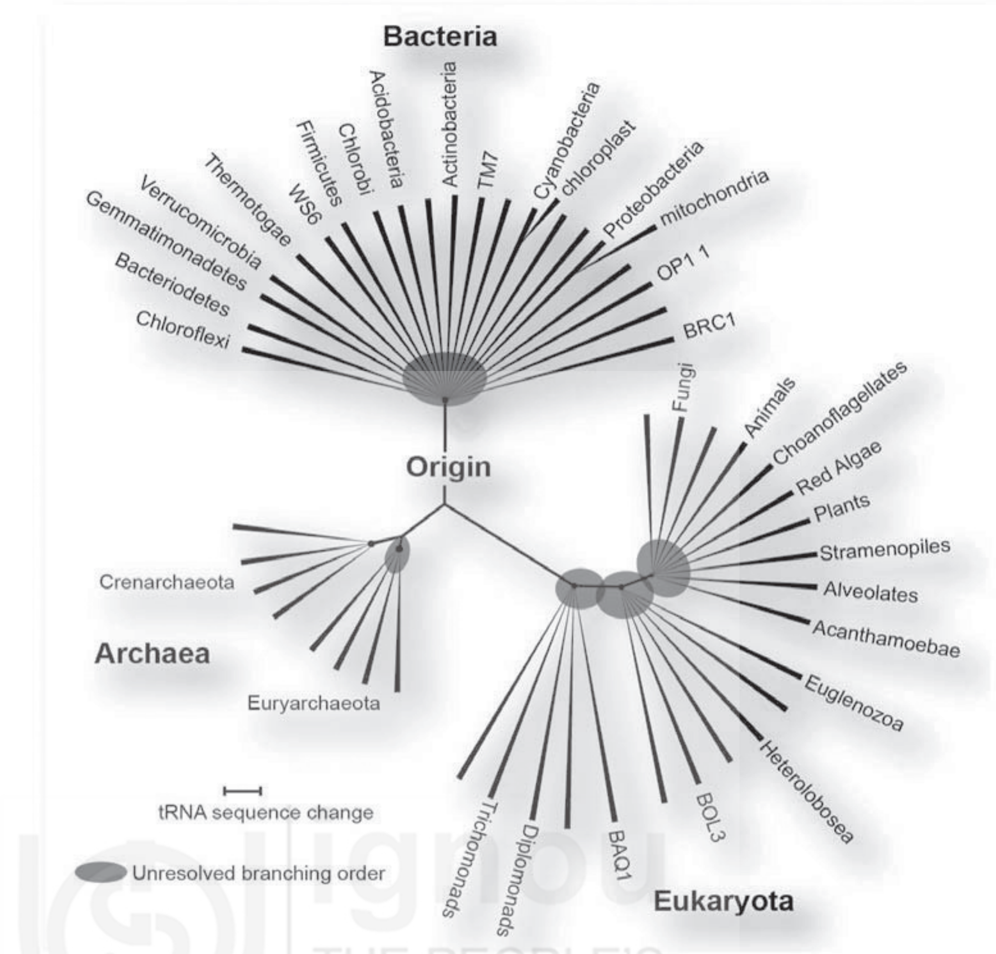
1.1 प्रस्तावना

हम सभी अपने जीवन में कभी न कभी सर्दी जुकाम से पीड़ित होते हैं जिसके लक्षणों में नाक बहना, छींकना, बुखार सा लगना (लेकिन बुखार नहीं होना) सम्मिलित हैं। डॉक्टर सामान्य सर्दी जुकाम के लिए कोई एन्टीबायोटिक (जीवाणु द्वारा होने वाले संक्रमण की खिलाफ प्रभावी) नहीं देते हैं क्योंकि सामान्य जुकाम विषाणु (राइनोवाइरस) के संक्रमण के कारण होता है। वाइरस संक्रमण कर्मकों का एक विशिष्ट वर्ग हैं। ये सभी प्रकार के जीवों को संक्रमित करते हैं। कार्ल वूज की वर्गीकरण प्रणाली के अनुसार जीवन वृक्ष के तीन क्षेत्र हैं : आर्किया, बैक्टीरिया (जीवाणु) तथा यूकैरिओटा (चित्र 1.1)। आर्किया और जीवाणु प्राक्केंद्रकी (prokaryotic) एककोशिकीय जीव होते हैं जिनकी कोशिकाओं में केन्द्रक नहीं होता है। यूकैरियोटा (ससीम केन्द्रकी जीव) की कोशिकाओं में केन्द्रक तथा कलाबद्ध अंगक होते हैं। जंतुओं, पादपों, कवक तथा प्रोटोजोआ को यूकैरियोटा में सम्मिलित किया गया है। आपको ये जानकर आश्चर्य होगा कि विषाणु एकमात्र ऐसे जीवन प्रकार हैं जो तीनों क्षेत्रों (यानी आर्किया, बैक्टीरिया और यूकैरियोटा) के जीवों को संक्रमित करते हैं। **विषाणु को छोटे, अविकल्पी, अन्तराकोशिकीय कणों के रूप में परिभाषित किया जा सकता है जिन्हें सिर्फ इलैक्ट्रोन सूक्ष्मदर्शी द्वारा देखा जा सकता है और जो परपोषी कोशिका को संक्रमित करके उसके अंदर पुनरावृत्ति (replication) करने लगते हैं।**

इस गांव में ऐसा लगता है कि निरंतर पाला पड़ता है क्योंकि गर्मियों में भी मैंने जो पौधे खेतों में देखे उनकी पत्तियों का रंग पीला था ।

(एम्प्रैस कोकन द्वारा 752 ईसवीं में लिखा तथा टी इंनोये द्वारा अनुवादित।)

यूपेटोरियम लिंडलेयेनम के रूप में पहचाना गया पादप टमेटोयेलो लीफकर्ल विषाणु के लिए संवेदनशील पाया गया है, जो पीत रोग करता है।



चित्र 1.1: जीवन के तीन क्षेत्र/डोमेन।

विषाणु जीवहीन (निर्जीव) और जीवन (सजीव) के बीच की सीमा को अस्पष्ट कर देते हैं। किसी भी चीज को सजीव तब माना जाता है जब वह कोशिकाओं की बनी हो, जनन करती हो, वृद्धि और उपापचयन करे तथा परिवेश के लिए प्रतिक्रिया और अनुकूलन करती हो जैसे बैक्टीरिया, कवक, प्रोटिस्ट, पादप, मनुष्य, जंतु आदि। सभी विषाणु अकोशिकीय तत्व (acellular entities) हैं तथा आनुवंशिक पदार्थ (DNA अथवा RNA) के बने होते हैं जिनके ऊपर प्रोटीन का आवरण होता है। विषाणु में किसी माध्यम में वर्धन करने की क्षमता नहीं होती हैं क्योंकि वे उपापचयी रूप से निष्क्रिय होते हैं और उपापचयी रूप से तभी सक्रिय हो सकते हैं जब किसी सजीव परपोषी कोशिका के भीतर हो। ये किसी जंतु, पादप अथवा सूक्ष्मजीवी कोशिका के भीतर ही उपापचयी रूप से सक्रिय हो सकते अथवा गुणन कर सकते हैं। विषाणु की सभी जीवन रूपों को संक्रमित करने की क्षमता उन्हें जीवन विकास का एक प्रमुख बल बनाती है क्योंकि प्रत्येक विषाणु में किसी भी अन्य जीवन प्रकार में वंशाणु (gene) के विस्थापन और पुर्नवितरण द्वारा नए DNA अथवा RNA समावेशित करने की क्षमता होती है। अतः ये कहा जा सकता है कि विषाणु ने पृथ्वी पर जीवन के इतिहास को आकार देने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है।

इस इकाई के पहले अनुभाग में आप पढ़ेंगे कि विषाणु की खोज कैसे हुई और यूरोप के तंबाकू उत्पादकों ने इस दिलचस्प खोज में क्या भूमिका निभाई। आप पढ़ेंगे कि किस प्रकार विषाणु की जर्म (रोगाणु) सिद्धान्त को नकारने की क्षमता ने उनकी खोज में सहायता करी। आप इस इकाई में ये भी पढ़ेंगे कि किस प्रकार वैज्ञानिकों द्वारा परीक्षणों

से प्राप्त निष्कर्षों ने वाइरोलोजी (विषाणु विज्ञान) की कुछ संकल्पाएं दीं। विषाणु की संरचना तथा इसके प्रत्येक घटक के कार्य के साथ ही विषाणु के गुणों के विषय में विस्तार से बताया जाएगा। विषाणु महत्वपूर्ण हैं क्योंकि अनेक विषाणुओं के आर्थिक प्रभाव भी होते हैं। ये मनुष्यों (स्वाइन फ्लू), जंतुओं (खुरपका और मुंहपका रोग) तथा फसलों (टुबैकोमोजैक रोग) में रोग करते हैं, साथ ही विषाणु चिकित्सा के क्षेत्र में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं (टीका/वैक्सीन उत्पादन, कैंसर उपचार, विभोजी थिरेपी)। इस इकाई में उनके आर्थिक महत्व पर भी प्रकाश डाला गया है।

उद्देश्य

इस इकाई को पढ़ने के बाद आप :

- ❖ ये समझा सकेंगे कि विषाणु की खोज कैसे हुई;
- ❖ विषाणु के संरचनात्मक घटकों का वर्णन कर सकेंगे और उनके चित्र बना सकेंगे;
- ❖ कुंडलिनीय (helical), विंशफलकी (icosahedral) तथा जटिल सममितियों के बीच अन्तर कर पाऐंगे;
- ❖ विषाणुओं के वर्गीकरण के मानकों की चर्चा कर सकेंगे और बैक्टीरियोफाज (जीवाणुभोजी), जंतु तथा पादप विषाणुओं के उदाहरण बता सकेंगे;
- ❖ DNA विषाणु (T-फेज) तथा RNA विषाणु (TMV) के बीच अन्तर कर सकेंगे तथा उनके चित्र बना; तथा
- ❖ विषाणु के आर्थिक महत्व बता सकेंगे।

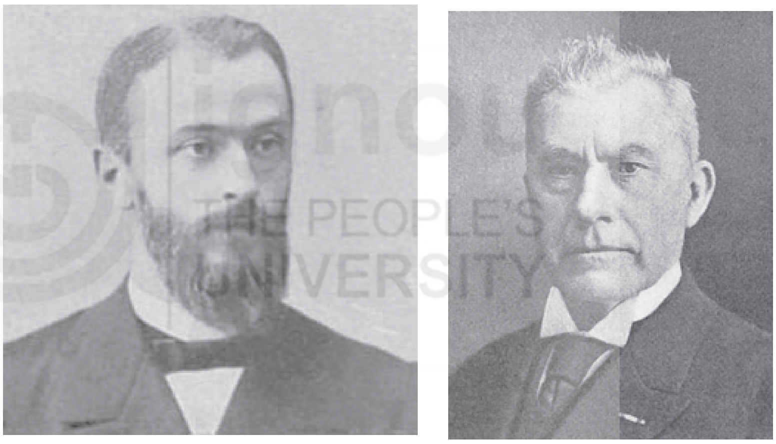
1.2 खोज

विषाणु की खोज का श्रेय **चैम्बरलैन्ड-पाश्चर फिल्टर** (चित्र 1.2) के आविष्कार को जाता है। चैम्बरलैन्ड-पाश्चर फिल्टर को 1884 में पेरिस में चार्ल्स चैम्बरलैन्ड द्वारा विकसित किया गया था, जो लुई पाश्चर (आधुनिक सूक्ष्मजैविकी के जनक) के साथ काम करते थे। इसमें अकांचित पोर्सिलिन 'कैन्डल' होती थी जिनका रंघ्र साइज़ 0.1-1 माइक्रोन (100 -1000 nm) था, जिसमें द्रव निलंबन में से उस समय ज्ञात सभी बैक्टीरिया अथवा अन्य कोशिकाओं को पूरी तरह से निकालने/फिल्टर करने की क्षमता थी। इस साधारण आविष्कार से एक पूर्णतः नए विज्ञान-वाइरोलोजी (विषाणु विज्ञान) की स्थापना हुई।

चित्र 1.2: विषाणु (वाइरस) की खोज का श्रेय चैम्बरलैन्ड-पाश्चर फिल्टर के आविष्कार को जाता है।

उन्नीसवीं शताब्दी के अंत में रोग का जर्म (रोगाणु) सिद्धान्त रॉबर्ट कॉक (आधुनिक बैक्टीरियोलोजी/जीवाणुविज्ञान के जनक) द्वारा दिया गया था। जर्म सिद्धान्त कहता है कि संक्रामक रोग सूक्ष्मजीवों से होते हैं जो, रोग के कारक जीव हैं, जिन्हें सूक्ष्मदर्शी की सहायता से देखा जा सकता है। इन्हें पोषक माध्यम पर संवर्धित किया जा सकता है और बैक्टीरियल फिल्टर द्वारा रोका/फिल्टर किया जा सकता है।

लगभग उसी काल में यानी 19 वीं शताब्दी के अंतिम वर्षों में यूरोप के तंबाकू उत्पादक परेशान थे क्योंकि तंबाकू की पत्तियों पर मोजैक (चितकबरे) जैसे पैटर्न की उपस्थिति से फसल की उपज कम हो रही थी तथा बहुत नुकसान हो रहा था। कुछ किसानों ने तो तंबाकू उगाना बंद कर दिया और तब तंबाकू की पत्तियों पर मोजैक जैसे पैटर्न के कारक कर्मक की खोज शुरू हुई। वैज्ञानिक भ्रम में थे क्योंकि मोजैक पैटर्न के लिए उत्तरदायी कारक कर्मक ने जर्म सिद्धान्त को चुनौती दी थी। जर्मन वैज्ञानिक, एडोल्फ मियर (1883) ने एक परीक्षण किया जिसमें उसने संक्रमित पौधों की पत्तियों के सत् को स्वस्थ पौधे में लगाया जिससे स्वस्थ पौधा भी संक्रमित हो गया। मियर ने निष्कर्ष में कहा की कारक कर्मक एक बहुत सूक्ष्म जीवाणु है। दो वैज्ञानिक **दिमित्री इवानोवस्की** तथा **मार्टीनस बीजेरिंक** ने इस रहस्यमय रोग के कारक कर्मक की खोज में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई (चित्र 1.3)।



चित्र 1.3: दिमित्री इवानोवस्की (1892) तथा मार्टीनस बीजरिंक (1898) को विषाणु (वाइरस) की खोज का श्रेय जाता है।

1892 में **दिमित्री इवानोवस्की** पहले ऐसे व्यक्ति बने जिन्होंने ये दिखाया कि तंबाकू के पौधों के मोजैक रोग का जो पत्ती के विरंजन के रूप में दिखाई देता है, का कारक कर्मक बैक्टीरिया-रोधी फिल्टर से निकल जाता है और सामान्य सूक्ष्मदर्शी में नहीं दिखाई देता है। दिमित्री इवानोवस्की, ने टुबैको मोजैक रोग (TMD) के कारक कर्मक को पृथक करने के लिए एक परीक्षण किया। उन्होंने TMD संक्रमित पौधों की पत्तियों को पीस कर मिश्रण को बैक्टीरिया-रोधी फिल्टर कैन्डिल से छाना। उन्हें ये देखकर आश्चर्य हुआ कि जिस सत् को बैक्टीरिया-रोधी फिल्टर कैन्डिल से छाना गया था, वह संक्रामक था। इस प्रेक्षण से इवानोवस्की ने ये निष्कर्ष निकाला कि TMD बैक्टीरिया के कारण नहीं हुआ था बल्कि किसी ऐसी चीज से हुआ जो बैक्टीरिया से छोटी थी और जो बैक्टीरिया-रोधी फिल्टर से छनकर निकल सकती थी। दिमित्री इवानोवस्की, यद्यपि, अपनी इस खोज से असहमत से थे और उन्हें अपने बैक्टीरियल फिल्टर की क्षमता पर संदेह भी था।

एक अन्य सूक्ष्मजीव विज्ञानी **मार्टीनस बीजेरिंक** ने 1898 में इन्हीं परीक्षणों को दोहराया और देखा कि TMD का कारक कर्मक बैक्टीरियल फिल्टर से छनकर निकल गया और

उन्होंने इवानोवस्की की खोज की पुष्टि की। यही नहीं, उन्होंने देखा कि छनकर निकले कर्मक का निर्जीव माध्यम में संवर्धन नहीं किया जा सकता है, जैसा कि बैक्टीरिया का किया जा सकता है। उन्होंने माना कि TMD एक नए प्रकार के संक्रामक कर्मक द्वारा हुआ था जिसे उन्होंने *कॅन्टेजियम वाइवम फ्लुइडम* (contagium vivum fluidum) अथवा वाइरस (जिसका अर्थ लेटीन भाषा में विष है) नाम दिया।

उसी काल में **फ्रेडरिक लौफ्लर** तथा **पॉल फ्रॉश** (चित्र 1.4) खुरपका व मुंहपका रोग (Foot and Mouth disease, FMD) पर काम कर रहे थे जो विदीर्ण खुर वाले जंतुओं (जैसे गाय, भैंस आदि) का एक रोग है जिसकी पहचान मुँह के आसपास, खुर पर तथा थनों में व उनके आसपास फफोलेदार चकत्तों से होती है तथा ये उन्हें अत्यधिक रूग्ण/बीमार कर देता है और दुग्ध उत्पादन को घटा देता है। लौफ्लर तथा फ्रॉश ने संक्रमित जंतुओं के फफोलों से निष्कर्ष निकालकर उसे बैक्टीरियल फिल्टर से छाना। उन्होंने उस छाने हुए निष्कर्ष सत् को तनुकृत किया जिसमें कारक कर्मक था। निष्कर्ष को तनुकृत करने पर फफोले के छने हुए निष्कर्ष सत् में कारक कर्मक की सान्द्रता कम हो गई। फिर उन्होंने इस तनुकृत निष्कर्ष सत् का इंजैक्शन एक स्वस्थ पशु में लगाया। तनुकृत होने के बाद भी स्वस्थ पशु में FMD हो गया। लौफ्लर और फ्रॉश ने पुनः संक्रमित पशुओं के फफोलों से निष्कर्ष/सत् निकालकर उसे बैक्टीरियल फिल्टर से छाना। कारक कर्मक युक्त छने हुए निष्कर्ष सत् को पुनः तनुकृत करके एक स्वस्थ पशु में उसका इंजैक्शन लगाया गया। उन्होंने देखा कि खुर पका मुँह पका रोग एक पशु से दूसरे पशु में तनुकरण के बाद भी हो जाता है। लौफ्लर और फ्रॉश ने अपने परीक्षणों से ये निष्कर्ष निकाला कि कारक कर्मक अवश्य ही जनन कर रहा है क्योंकि वह तनुकरण के बाद भी संक्रामक था और इसलिए ये कोई बैक्टीरियल विष नहीं है बल्कि कोई बीज सजीव है। लौफ्लर और फ्रॉश ने इसका खंडन किया कि FMD का कारक कर्मक कोई विश नहीं है और वो पहले पशु विषाणु की खोज करने में सफल रहे।

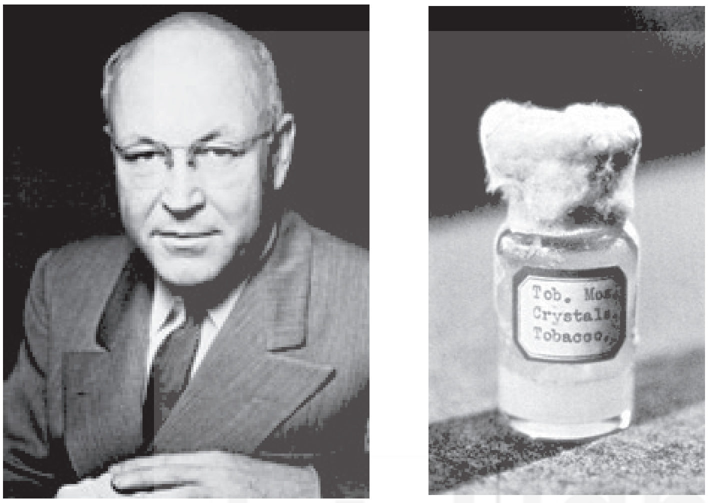
चित्र 1.4: 1898 में, फ्रेडरिक लौफ्लर एवं पॉल फ्रॉश ने ये दिखाया कि जंतु विषाणु मवेशियों में खुरपका व मुंहपका रोग के लिए उत्तरदायी है।

बैक्टीरियोफेज/जीवाणुभोजी, (Bacteriophage) बैक्टीरियल कोशिकाओं को संक्रमित करने वाले विषाणु की खोज स्वतंत्र रूप से इंग्लैंड में 1915 में **फ्रैंडरिक ट्वोर्ट** द्वारा तथा पेरिस में 1917 में पाश्चर संस्थान में **फैलिक्स डी-हैरेल** द्वारा की गई थी (चित्र 1.5)। फ्रेडरिक ट्वोर्ट कृत्रिम माध्यम से विषाणु उगाने का प्रयास कर रहे थे जो आज हमें शोध का एक व्यर्थ पथ प्रतीत हो सकता है क्योंकि हम ये जानते हैं कि विषाणु सिर्फ सजीव कोशिकाओं के अंदर वृद्धि कर सकते हैं किसी कृत्रिम माध्यम में

चित्र 1.5: फ्रेडरिक ट्वोर्ट (1915) ने स्वतंत्र रूप से बैक्टीरियोफेज की खोज की।

नहीं। वो कभी फिल्टर में छन जाने वाले कर्मक को कृत्रिम माध्यम में उगाने में सफल नहीं हो पाए। लेकिन इस प्रक्रिया को करते समय उन्होंने कुछ और देखा। उन्होंने ऐगार माध्यम को एक द्रव (जिसमें वैक्सीनिया विषाणु था) से संरोपित किया जिसका उपयोग स्मॉल पॉक्स (चेचक) के टीकाकरण के लिए किया जाता था। उन्होंने देखा कि यद्यपि वैक्सीनिया विषाणु की वृद्धि नहीं हुई लेकिन एक प्रकार के बैक्टीरिया *माइक्रोकॉकस* की वृद्धि हो गई है। यद्यपि बैक्टीरिया किसी रोग से पीड़ित हो रहा था — ''संरोपित ऐगार नलिकाओं में अक्सर जलीय से दिखने वाले क्षेत्र दिखाई दिए और वे संवर्धन जिनमें *माइक्रोकॉकस* उगाए गए थे उनमें पाया गया कि इनमें से कुछ कोलोनी को उपसंवर्धित नहीं किया जा सकता था, लेकिन उन्हें रखा रहने देने पर वे कांचाभ और पारदर्शी हो गई थी। ये परिघटना, ट्वोर्ट के कांचाभ रूपांतरण (glassy transformation of Twort) के नाम से जानी गई। ट्वोर्ट ने कांचाभ रूपांतरण के विषय में कुछ बहुत दिलचस्प प्रेक्षण किए : (i) प्रभावित कोलोनी किसी माध्यम पर नहीं उगती हैं, (ii) कांचाभ क्षेत्र के परीक्षण में सिर्फ सूक्ष्म कण दिखाई देते हैं बैक्टीरिया नहीं, (iii) यदि **माइक्रोकॉकस** का शुद्ध संवर्धन किसी एक कांचाभ कोलोनी के एक छोटे भाग को स्पर्श करता था तो स्पर्श किए गए स्थान पर वृद्धि पारदर्शी होना आरंभ कर देती थी और धीरे-धीरे पूरी कोलोनी को पारदर्शी बना देती थी (iv) कांचाभ पदार्थ को चैम्बरलैन्ड कैन्डिल से फिल्टर करने पर, वह ''कांचाभ रूपातंरण'' करने की अपनी क्षमता को बनाए रखता था, (v) यह ''रूपांतरण'' नए संवर्धनों में अनेक पीढ़ियों तक जारी रह सकता था। फ्रेंडरिक ट्वोर्ट ने बैक्टीरिया माइक्रोकॉकस के कांचाभ रूपांतरण की एक रिपोर्ट प्रकाशित की। ये **बैक्टीरिया वाइरस** यानी जीवाणु विषाणु का पहला प्रमाण था। 1917 में डी-हैरेल ने इस परिघटना की बैक्टीरियोफेज (जीवाणुभक्षी) पर अपने पहले शोध पत्र में पुनःखोज की, जिसका प्रकाशन शीर्षक ''ऑन एन इनविसिवल माइक्रोब एन्टागोनिस्टिक टु डिसेन्ट्री बैक्टीरिया''(On an Invisible Microbe Antagonistic to Dysentery Bacteria)। रिपोर्ट किए गए मुख्य प्रेक्षण थे कि ये एक ऐसा कर्मक है जो पेचिश (dysentery) के बैक्टीरियम को मारने में सक्षम है जो उन व्यक्तियों की आंतों में उपस्थित प्रतीत होता है जो पेचिश की बीमारी से स्वस्थ हो रहे थे और ये कि कर्मक को चैम्बरलैन्ड फिल्टर से छाना जा सकता है और फिर भी ये सक्रिय रहता है; ये कि यह कृत्रिम रूप से संचरित हो सकता है अतः ये अवश्य ही एक 'जीवित जर्म' है। चूंकि विषाणु सिर्फ सजीव बैक्टीरिया में ही गुणन कर सकता है अन्यथा नहीं, अतः उन्होंने अपने विषाणु को बैक्टीरियोफेज (शाब्दिक अर्थ बैक्टीरिया भक्षी) या संक्षेप में फेज नाम दिया। अतः इन नए कर्मकों विषाणु की पहली परिभाषा पूरी तरह से नकारात्मक रूप से थी। इन्हें देखा नहीं जा सकता है; कोशिकाओं की अनुपस्थिति में सर्वधित नहीं किया जा सकता है और सबसे महत्वपूर्ण कि उन्हें बैक्टीरियारोधी फिल्टर द्वारा नहीं रोका जा सकता है।

1935 में वैन्डेल स्टेनली ने पहली बार एक विषाणु टुबैको मोजैक विषाणु (TMV) को क्रिस्टलीकृत (सघन) किया (चित्र 1.6)। क्रिस्टलीकृत विषाणु को जब परपोषी कोशिका के अंदर अंतःक्षेपित किया गया तो उसने भी संक्रामक गुण दिखाए, जिससे सिद्ध होता है कि विषाणु सजीव कोशिकाओं में जीवित तत्व के रूप में और सजीव कोशिकाओं के बाहर निर्जीव तत्व (क्रिस्टल) के रूप में रह सकते हैं। विषाणु के क्रिस्टलीकरण ने एक नई बहस शुरू कर दी कि विषाणु निर्जीव है अथवा सजीव हैं अथवा ये जीवन की दहलीज पर स्थित है (बॉक्स देखिए)।



चित्र 1.6: 1935 में एक युवा रसायनविज्ञानी वैन्डेल स्टेनली (1904–1971), ने विषाणु को सूच्याकार क्रिस्टलों के रूप में शोधित किया जिसमें प्रोटीन के रासायनिक गुण थे।

ignou THE PEOPLE'S UNIVERSITY

बॉक्स 1.1: विषाणु सजीव है अथवा निर्जीव हैं?

विषाणु सजीव होते हैं अथवा निर्जीव, ये विवाद तब से जारी है जब TMV को पहली बार क्रिस्टलीकृत किया गया था।

विषाणु को सजीव माना जाता है क्योंकि :

1. उनमें आनुवंशिक पदार्थ (DNA अथवा RNA) और प्रोटीन पाए जाते हैं,
2. ये परपोषी कोशिका के भीतर पुनरावृत्ति कर सकते हैं। ये कोशिका की कोशिकीय मशीनरी (राइबोसोम, tRNA, एन्जाइम इत्यादि) का उपयोग जीनोम की प्रतिकृति और प्रोटीन कोट के संश्लेषण के लिए करते हैं,
3. क्रिस्टलीकृत विषाणु में भी सजीव गुण होते हैं; तथा
4. ये संक्रमित परपोषी से असंक्रमित परपोषी में संचरित हो जाते हैं।

विषाणु को निर्जीव माना जाता है क्योंकि :

1. विषाणु कोशिका के बाहर सजीव गुण दर्शाने में असमर्थ होते हैं;
2. इन्हें क्रिस्टलीकृत किया जा सकता है;
3. विषाणु परपोषी के अंदर पुनरावृत्ति कर सकते हैं लेकिन वृद्धि नहीं कर सकते हैं।
4. इनमें उपापचयी तंत्र नहीं होता है।

बॉक्स 1.2: एडवर्ड जैनर द्वारा स्मॉलपॉक्स (एक विषाणु जनित रोग) के लिए टीके का आविष्कार

विषाणु जनित रोग स्मालपॉक्स (चेचक) जिसने सदियों तक मनुष्यों का विनाश किया था, के लिए टीका, विषाणु की खोज से पहले ही विकसित कर लिया गया था। मई 1796 में एडवर्ड जैनर को एक युवा ग्वालन सराह नेम्स मिली, जिसके हाथों और बांहों पर कॉउपॉक्स के ताजा बने चकत्ते थे। 14 मई को, नेम्स के चकत्ते से द्रव लेकर, उन्होंने एक आठ वर्ष के बच्चे जेम्स फिप्स में उसे संरोपित किया। इसके बाद, बच्चे को हल्का बुखार और असुविधा हुई। इस प्रक्रिया के नौ दिन बाद उसे सर्दी लगी और उसकी भूख मर गई, लेकिन अगले दिन वह काफी बेहतर हो गया। जुलाई 1796 में, जैनर ने बालक को पुनः संरोपित किया। इस बार उन्होंने स्मॉल पॉक्स के फफोले से द्रव लिया था। बालक में रोग विकसित नहीं हुआ, और जैनर ने निष्कर्ष निकाला कि, रोग के विरूद्ध सुरक्षा पूर्ण हो गई। इस प्रकार विषाणु जनित रोगों के लिए पहले टीके का विकास हुआ।

बोध प्रश्न 1

निम्नलिखित में से कौन से वाक्य सत्य हैं :

i) वाइरसों को बडे अविकल्पी, अन्तराकोशिकीय कणों के रूप में परिभाषित किया जा सकता है जो सिर्फ सामान्य सूक्ष्मदर्शी से दिखाई दे सकते हैं, ये परपोषी कोशिका को संक्रमित करके उस पर कब्जा करके उसमें पुनरावृत्ति करने लगते हैं।

ii) बैक्टीरियोफेज़ (जीवाणु भक्षी) बैक्टीरिया (जीवाणु) को संक्रमित करता है।

iii) ट्वोर्ट और डी-हैरेल ने पहले जंतु विषाणु की खोज की।

iv) वैन्डल स्टेनली में सबसे पहले वाइरस को क्रिस्टलीकृत किया था।

1.3 सामान्य विवरण

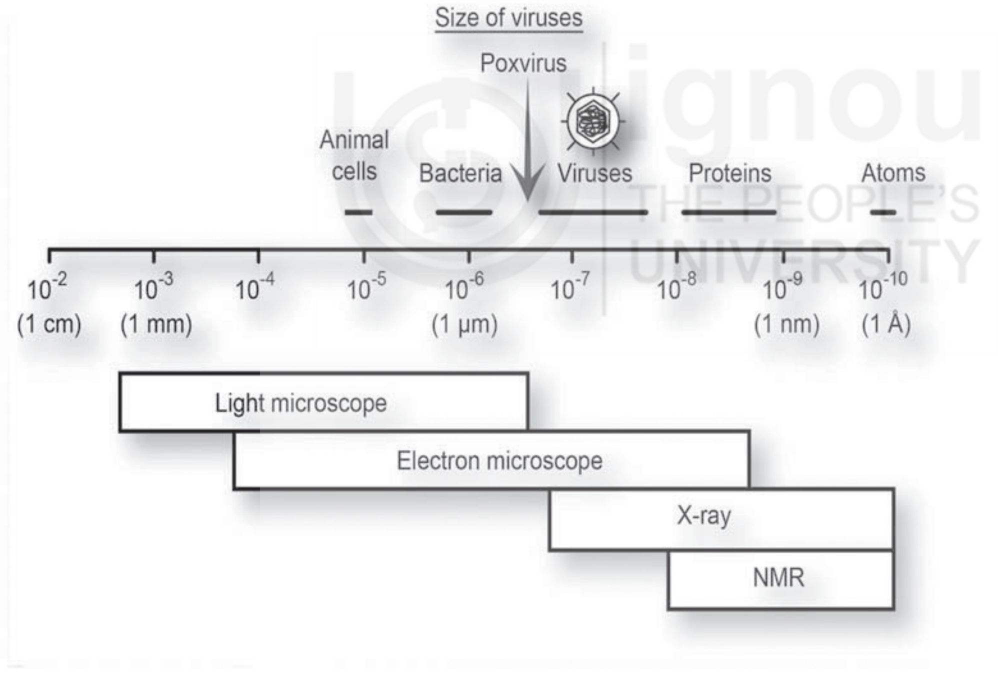
विषाणु अकोशिकीय जीवन रूप हैं और ये अविकल्पी अन्तराकोशिकीय परजीवी होते हैं। विषाणु दो प्रावस्थाओं यानी बाह्यकोशिकीय तथा अन्तराकोशिकीय में पाए जाते हैं। बाह्यकोशिकीय प्रावस्था में, पूर्ण विषाणु कण **वाइरियॉन** (virion) कहलाता है, जो अक्रिय अवस्था में रहता है अर्थात् यह कोई उपापचयी क्रिया नहीं करता है। अन्तराकोशिकीय अवस्था में, विषाणु जीनोम तथा परपोषी कोशिका की उपापचयी मशीनरी के उपयोग द्वारा प्रतिकृति करता है। विषाणु में कोशिका अंगक, कोशिका भित्ति, कोशिकाद्रव्य, केन्द्रक, केन्द्रकाभ/न्यूक्लीओड नहीं होते हैं। विषाणु में उपापचयन के लिए अपने स्वयं के बहुत कम या कोई एन्जाइम नहीं होते हैं। विषाणु में प्रोटीन, न्यूक्लीक अम्ल तथा ATP को उत्पन्न करने वाले एन्जाइम नहीं होते हैं। अतः विषाणु को जीवित रहने और गुणन के लिए परपोषी कोशिका के एन्जाइमों का उपयोग करना पड़ता है।

विषाणु परपोषी कोशिका के बाहर गुणन नहीं कर सकते हैं, इस तथ्य का एन्टीवायरल औषधियाँ बनाने के लिए चिकित्सा के क्षेत्र में अत्यधिक महत्व है। एन्टीवायरल औषधियां जैसा कि नाम से पता चलता है, विषाणु को नष्ट करने वाली औषधियां हैं।

अब आप ये जान गए हैं कि विषाणु सिर्फ तभी जीवित रह सकते हैं जब ये परपोषी कोशिका के भीतर रहते हैं। आइए अब हम विषाणु के संरचनात्मक गुणों पर चर्चा करते हैं।

1.3.1 विषाणु का साइज़

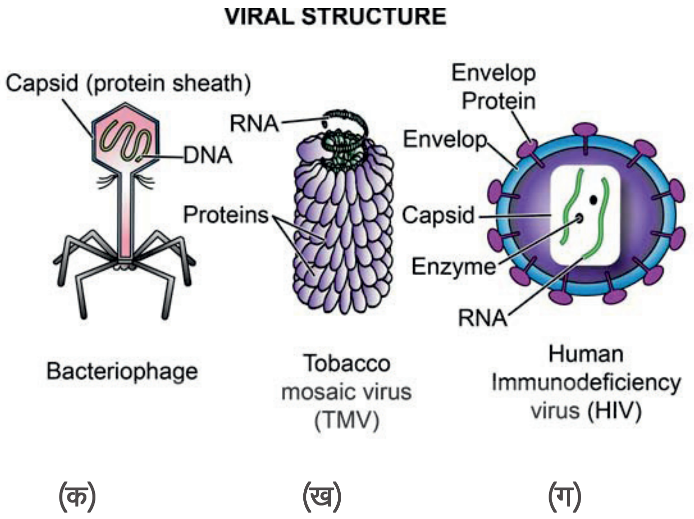
विषाणु साइज़ में इतने छोटे होते हैं कि इनमें से अधिकांश को सामान्य सूक्ष्मदर्शी से नहीं देखा जा सकता है क्योंकि सामान्य सूक्ष्मदर्शी का आवर्धन सीमित लगभग 200 nm तक का होता है। इनका साइज 0.02 से 0.3 µm (20 से 300 nm) व्यास का होता है (चित्र 1.7)। यद्यपि अधिकांश विषाणु बैक्टीरिया से छोटे होते हैं (पोलियो विषाणु, जो सबसे छोटे विषाणुओं में से एक है लगभग 28 nm व्यास का होता है), कुछ अपेक्षाकृत बड़े विषाणु (जैसे स्मॉलपॉक्स विषाणु जो लगभग 200 nm व्यास का होता है) लगभग बहुत छोटे बैक्टीरिया (*माइकोप्लैस्मा*) जितने आकार के होते हैं।



चित्र 1.7: जंतु कोशिका, बैक्टीरिया, वाइरस, प्रोटीन के तुलनात्मक साइज़।

1.3.2 विषाणु की संरचना

विषाणु सिर्फ दो घटकों के बने होते हैं : (क) प्रोटीन (कैप्सिड), तथा (ख) न्यूक्लीक अम्ल (विषाणु का जीनोम) (चित्र 1.8)। कैप्सिड (capsid) तथा वाइरल जीनोम (viral genome) मिलकर न्यूक्लीओकैप्सिड (nucleocapsid) कहलाता है। न्यूक्लीक अम्ल (DNA अथवा RNA) विषाणु का संक्रामक भाग अथवा वह भाग होता है जो परपोषी जीव में रोग पैदा करता है।



चित्र 1.8: क) बैक्टीरियोफेज; ख) टुबैकोमोजैक वाइरस; तथा ग) HIV विषाणु की संरचना।

कैप्सिड

कैप्सिड एक प्रोटीन आवरण होता है जो विषाणु जीनोम को रासायनिक और भौतिक क्षति से बचाता है। ये परपोषी कोशिका में प्रवेश करने में भी विषाणु की सहायता करता है। कैप्सिड विषाणु के प्रतिकृति/पुनरावृत्ति करते समय विषाणु जीनोम को जोड़ने और उसकी पैकेजिंग करने में सहायता करता है (इसके विषय में विस्तार से अगली इकाई में बताया जाएगा)। कैप्सिड का एक प्रमुख कार्य यह है कि ये परपोषी में एक सुरक्षात्मक (प्रतिरक्षा) प्रतिक्रिया को प्रेरित करता है। कैप्सिड परपोषी में एन्टीजन (antigen) की तरह काम करता है और एन्टीबोडी (antibody) आधारित प्रतिरक्षा प्रतिक्रिया को प्रेरित करता है जो विषाणु संक्रमण के लिए परपोषी की पहली सुरक्षा परत होती है। एन्टीबॉडीज विषाणु की बाहरी सतह के प्रोटीन के साथ बद्ध हो जाती है और उसे परपोषी कोशिकाओं में प्रवेश करने से रोकती है।

कैप्सिड अनेक प्रोटीन अणुओं से बनता है; ये संरचनात्मक उपइकाइयां प्रोटोमर (protomer) कहलाती हैं। ये प्रोटीन अणु जीनोम के इर्दगिर्द एक स्पष्ट और पुनरावर्ती पैटर्न में व्यवस्थित रहते हैं। कुछ विषाणु के कैप्सिड में एक ही प्रकार के प्रोटोमर होते हैं। अनेक विषाणु में विभिन्न प्रकार की संरचनात्मक उपइकाईयाँ (प्रोटोमर) होती हैं जो जुड़कर प्रोटीन आवरण की अपेक्षाकृत बड़ी संरचनात्मक उपइकाईयां बनाती हैं, तथा ये कैप्सोमियर (capsomere) कहलाती हैं। अपने आकार और संरचना के आधार पर न्यूक्लीओकैप्सिड विषाणु को सममिति भी प्रदान करते हैं।

1.3.3 विषाणु की सममिति

जैसा कि आप जानते हैं, कैप्सोमियर कैप्सिड की निर्माण इकाईयाँ हैं। ये कैप्सोमियर विषाणु के तीन भिन्न सममिति समूहों के लिए उत्तरदायी होते हैं।

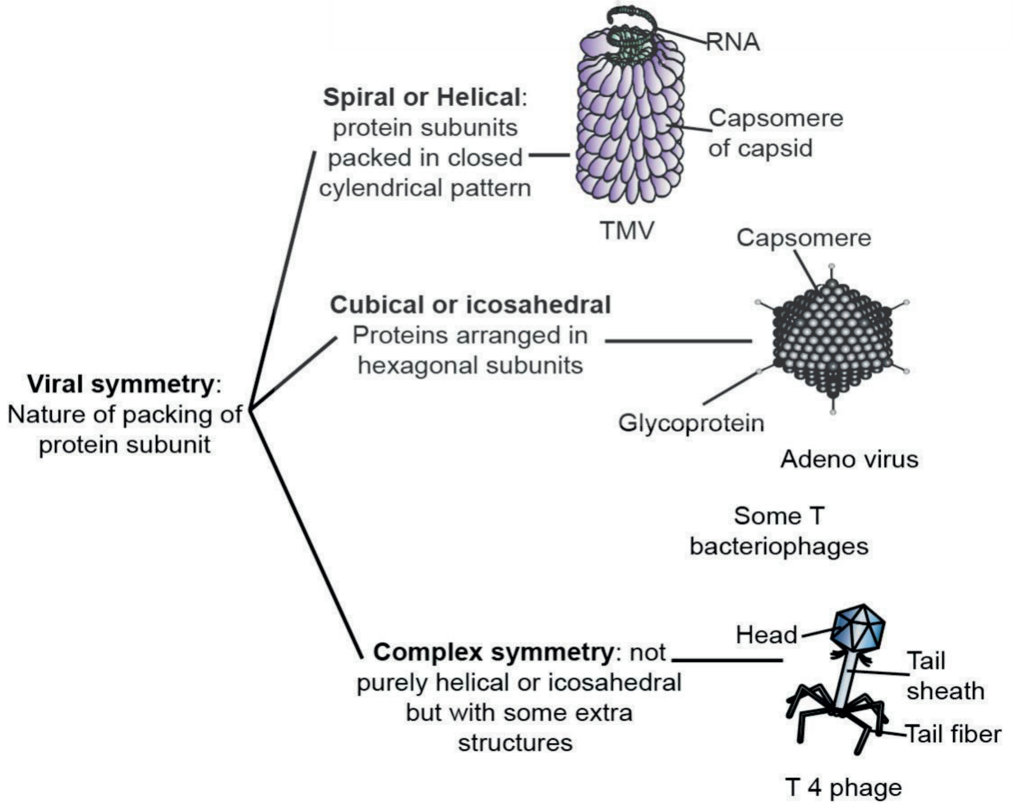
विषाणु में तीन प्रकार के सममिति समूह होते हैं :

1. **कुंडलिनी सममिति :** कुंडलिनी कैप्सूल बेलनाकार होते हैं (चित्र 1.9)। न्यूक्लीक अम्ल (DNA अथवा RNA) और कैप्सोमियर कुंडिलिनी के रूप में एक साथ गुंथे रहते हैं। इस विषाणु संरचना में केन्द्रीय गुहा अथवा खोखली नलिका युक्त कैप्सिड होता है। खोखली नली प्रोटीन की बनी होती है जो गोलाकार तरीके से व्यवस्थित रहकर एक डिस्क/तश्तरी जैसी संरचना बनाते हैं। डिस्क संरचनाएं कुंडलिनी रूप में जुड़ी रहकर एक नली बनाती हैं जिसमें मध्य में न्यूक्लीक अम्ल होता है। कुंडलिनी सममिति वाले विषाणु लंबी शलाकाएं (rods) होते हैं। कुंडलिनी कैप्सिड

की लंबाई विषाणु के न्यूक्लीक अम्ल की लंबाई और व्यास प्रोटोमर्स के साइज़, आकार और परस्पर क्रियाओं पर निर्भर करता है। कुंडलिनी सममिति वाले विषाणु के उदाहरण : टुबैको मोजैक विषाणु, इन्फ्लुएन्जा विषाणु आदि हैं।

2. **घनाकार/विंशफलकी सममिति** : विंशफलकी (icosahedral) (ग्रीक भाषा में आइकोसा का अर्थ है 20) 20 फलकों तथा 12 कोनो वाला एक बहुभुज होता है (चित्र 1.9)। विंशफलक का प्रत्येक फलक एक समपार्श्विक त्रिकोण होता है। विंशफलकी प्रकार के न्यूक्लीओकैप्सिड का आकार नियमित बहुफलक का होता है जिसके त्रिकोणी फलक और शीर्ष होते हैं। विंशफलकी कैप्सिड घुंडी के आकार के कैप्सोमियर से बनते हैं। प्रत्येक कैप्सोमियर सामान्यतः पांच या छह प्रोटोमर उप-इकाईयों से बना होता है जो कैप्सोमियर पांच उपइकाईयों से बने होते हैं वे पेन्टामर (पेन्टोन) कहलाते हैं और जिनमें छह उपइकाईयाँ होती हैं, वे हैक्सामर (हैक्सोन) कहलाते हैं। ये एक जैसी प्रोटीन उपइकाईयों का प्रयोग करके बंद कवच (शैल) बनाने का सबसे उचित तरीका है। अनुवांशिक पदार्थ (DNA अथवा RNA) पूरी तरह से कैप्सिड के अंदर बंद रहता है। विंशफलकी संरचना वाले विषाणु के उदाहरणों में कुछ पादप और बैक्टीरियाई RNA विषाणु हैं, जिनमें पेन्टामर और हैक्सामर में एक जैसे प्रोटोमर होते हैं। एडीनोवाइरस जंतु विषाणु है जिनके कैप्सिड में 252 कैप्सोमियर होते हैं और इनके पेन्टामर भिन्न प्रोटीन उपइकाईयों के बने होते हैं।

3. **जटिल सममिति :** ये विषाणुओं पूरी तरह से कुंडलिनी अथवा घनाकार सममिति नहीं दर्शाते हैं बल्कि इनमें कुछ अतिरिक्त गुण अथवा घनाकार और कुंडलिनी सममिति का संयोजन होता है और इनकी जटिल बाहरी भित्ति अथवा सिर पूंछ आकारिकी हो सकती है (चित्र 1.9) सिर-पूंछ आकारिकी संरचना ऐसे विषाणु की विशिष्टता है जो सिर्फ बैक्टीरिया को ही संक्रमित करते हैं और बैक्टीरियोफेज (जीवाणुभोजी) कहलाते हैं। विषाणु के सिर का आकार विंशफलकी और पूंछ कुंडलिनी आकार की होती हैं।



चित्र 1.9: विषाणु (वाइरस) के तीन भिन्न सममिति समूह।

पॉक्सवाइरस साइज़ में सबसे बड़े विषाणुओं में से एक है और इसकी जटिल संरचना होती है। इनकी स्पष्ट आकारिकी नहीं होती है। ये न तो कुंडलिनी और न ही विंशफलकी होते हैं। इनमें स्पष्ट रूप से पहचाने जाने योग्य कैप्सिड नहीं होते हैं लेकिन इनके दोहरे तंतु को घेरे हुए अनेक आवरण होते हैं।

1.3.4 विषाणु का आवरण

आवरण बाहरी कलामय परत होती है जो कुछ विषाणु की न्यूक्लीओकैप्सिड को घेरे रहती है और ये विषाणु आवरित विषाणु (enveloped virus) कहलाते हैं। अनेक जंतु विषाणु और कुछ पादप तथा बैक्टीरियाई विषाणु आवरित होते हैं। जंतु विषाणु जैसे हर्पीजवाइरस तथा टोगावाइरस आवरित विंशफलकी विषाणु हैं। आवरण कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन और लिपिड का बना होता है और ये पुनरावृत्ति के काल में परपोषी कोशिका से अर्जित किए जाते हैं। वे विषाणु जिनमें कोई आवरण नहीं होता है नग्न विषाणु (naked virus) अथवा अनावरित विषाणु कहलाते हैं।

चूंकि आवरण एक लचीली कलामय संरचना होती है अतः आवरित विषाणु सामान्यतः बहुरूपी यानी विविध आकारों के होते हैं। उनका न्यूक्लीओकैप्सिड कुंडलिनी अथवा विंशफलकी हो सकता है। प्रोटीन की एक परत जो मैट्रिक्स कहलाती हैं न्यूक्लीओकैप्सिड और आवरण के बीच उपस्थित रहती है। ये मैट्रिक्स प्रोटीन न्यूक्लीओकैप्सिड को आवरण से बांधे रखने के लिए उत्तरदायी है। जंतु विषाणु का आवरण परपोषी कोशिका की कोशिका और केन्द्रक कला से बनता है जब विषाणु मुकुलन के द्वारा कोशिका से बाहर जाता है। आवरण प्रोटीन विषाणु जीन द्वारा कोडित रहते हैं। इस विषाणु आवरण पर विशेष ग्लाइकोप्रोटीन पाए जाते हैं जिन्हें स्पाइक अथवा पेप्लोमियर कहते हैं। ये स्पाइक बन्धन स्थल प्रदान करते हैं जो विषाणु को परपोषी कोशिकाओं पर विशिष्ट ग्राहीयों (receptor) से संबद्ध होने में सहायता करता है। इनका उपयोग विषाणु की पहचान के लिए भी किया जा सकता है क्योंकि ये विभिन्न विषाणुओं के लिए भिन्न होते हैं।

आवरित विषाणुओं की संक्रामकता अधिकतर विषाणु के आवरण पर निर्भर करती है। यदि विषाणु के आवरण को नष्ट कर दिया जाए तो आवरित विषाणु परपोषी कोशिकाओं को संक्रमित नहीं कर सकते हैं। आवरित विषाणु लिपिड विलायकों जैसे ईथर, क्लोरोफॉर्म तथा अपमार्जकों (detergents) की क्रिया के लिए संवेदनशील होते हैं। लिपिड विलायकों के लिए आवरित विषाणु की यह संवेदनशीलता हमें उनके फैलने अथवा संचरण को नियंत्रित करने में सहायता करती हैं जबकि अधिकांश अनावरित विषाणु उनके लिए प्रतिरोधी होते हैं।

इस प्रकार प्रकृति में पाई जाने वाली विषाणु की पांच संरचनात्मक प्रकारें हैं : **अनावरित विंशफलकी** उदाहरण एडीनोवाइरस, पिकोरनाविषाणु, हिपेटाइटिस A विषाणु, **अनावरित कुंडलिनी** उदाहरण टुबेको मोजैक विषाणु; बैक्टीरियोफेज M13; **आवरित विंशफलकी** उदाहरण रूबेला विषाणु, येलो फीवर विषाणु, हरपीज विषाणु; **आवरित कुंडलिनी** उदाहरण **इन्फ्लुएन्जा विषाणु कॉम्प्लैक्स/जटिल विषाणु** उदाहरण पॉक्स विषाणु, वैक्सीनिया विषाणु, T4 बैक्टीरियोफेज।

1.3.5 विषाणु न्यूक्लीक अम्ल

विषाणुन्यूक्लीक अम्ल अथवा जीनोम सिर्फ एक प्रकार के न्यूक्लीक अम्ल यानी या तो डीऑक्सीरिबोन्यूक्लीक अम्ल (DNA) अथवा रिबोन्यूक्लीक अम्ल (RNA) का बना होता है। DNA और RNA न्यूक्लीओटाइडों के बने होते हैं जो न्यूक्लीक अम्लों की संरचनात्मक इकाईयाँ हैं। विषाणु न्यूक्लीक अम्ल सामान्यतः रेखीय अथवा गोल और कुछ मामलों में

खंड (segment) के रूप में पाया जाता है (इन्फ्लुएन्जा वाइरस)। खंडयुक्त जीनोम खंडों में, पाया जाता है जैसे न्यूक्लीक अम्ल के दो या अधिक खंड और वो विभिन्न प्रोटीन के लिए कोड (कूटसंकेत) करता है। ये माना जाता है कि प्रत्येक खंड एक वैयक्तिक जीन की तरह काम करता है। जीनोम का साइज भी काफी भिन्न होता है। अधिकांश DNA विषाणु में जीनोमी सामग्री के रूप में द्वितंतुक (double stranded) DNA (dsDNA) होता है और अधिकांश RNA विषाणु में एकलतंतुक (single stranded) RNA (ss RNA) होता है। अधिकांश पादप विषाणु सामान्यतः ss RNA विषाणु होते हैं।

बॉक्स 1.3: न्यूक्लीओटाइड की संरचना

प्रत्येक न्यूक्लीओटाइड में तीन भाग होते हैं :

i) एक नाइट्रोजनी बेस-प्यूरीन (Purine) तथा पाइरिमिडीन (pyrimidine)। नाइट्रोजन युक्त बेस चक्रिक यौगिक होते हैं जो कार्बन, हाइड्रोजन, ऑक्सीजन और नाइट्रोजन परमाणुओं से बनते हैं। प्यूरीन द्विवलय संरचना वाले बेस होते हैं जो एडिनिन (A) और गुआनिन (G) हैं। पाइरिमिडीन एकल वलय संरचना के होते हैं जो साइटोसीन (C), थाइमीन (T) और यूरेसिल (U) हैं। DNA में प्यूरीन A,G तथा पाइरिमिडीन T,C पाए जाते हैं। RNA में प्यूरीन A,G तथा पाइरिमिडीन U,C पाए जाते हैं।

ii) एक पेन्टोस शर्करा जो डीऑक्सीरिबोस अथवा रिबोस शर्करा कहलाती है।

iii) एक फॉस्फेट समूह (फॉस्फोरिक अम्ल)।

DNA अथवा RNA के दो तंतु एक दूसरे से विपरीत तंतु के नाइट्रोजन बेसो के बीच अशक्त हाइड्रोजन बंधों से जुड़े रहते हैं।

ignou THE PEOPLE'S UNIVERSITY

न्यूक्लीक अम्ल के आधार पर वर्गीकरण (बाल्टीमोर वर्गीकरण)

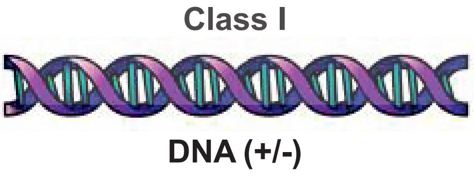
विषाणु को सामान्यतः उनके न्यूक्लीक अम्ल/जीनोम (DNA अथवा RNA) के आधार पर दो समूहों में वर्गीकृत करके उनके गुणों जैसे तंतु प्रकार (द्वितंतुक और एकलतंतुक) के आधार पर पृथक कुलों में विभाजित किया जाता है।

i) वे विषाणु जिनमें आनुवंशिक पदार्थ DNA होता है, **DNA विषाणु** कहलाते हैं; और

ii) वे विषाणु जिनमें आनुवंशिक पदार्थ RNA होता है, **RNA विषाणु** कहलाते हैं।

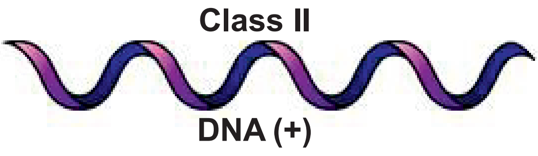
DNA और RNA विषाणु को आगे निम्न प्रकार से समूहित किया जाता है :

क) वर्ग I द्वितंतुक (ds) DNA विषाणु जिसमें DNA के दो तंतु होते हैं।
उदाहरण एडीनोवाइरस; हर्पीजवाइरस; पॉक्सवाइरस, आदि (चित्र 1.10)।



चित्र 1.10: वर्ग I द्वितंतुक (ds) DNA विषाणु।

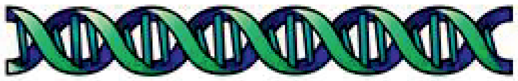
ख) वर्ग II एकलतंतुक (ss) DNA विषाणु जिसमें DNA का एकलतंतु होता है उदाहरण पार्वोवाइरस (चित्र 1.11)।



चित्र 1.11: वर्ग II एकलतंतुक (ss) DNA विषाणु।

ग) वर्ग III में वे विषाणु होते हैं जिनमें द्वितंतुक (ds) RNA जीनोम होता है उदाहरण रियोवाइरस; बिर्नावाइरस (चित्र 1.12)।

Class III



RNA (+/-)

चित्र 1.12: वर्ग III : द्वितंतुक (ds) RNA विषाणु।

घ) वर्ग IV में एकलतंतु (ss) वाले RNA जीनोम (धनात्मक (+) बोध के) होते हैं। इस प्रकार के विषाणु में, RNA अणु का बेसक्रम mRNA के समान होता है। इसका अर्थ है कि परपोषी कोशिका में विषाणु का RNA, mRNA की भांति कार्य करता है और इसे परपोषी राइबोसोम द्वारा सीधे ट्रांसलेट कर लिया जाता है। उदाहरण पिकोर्नावाइरस, टोगावाइरस आदि (चित्र 1.13)।

Class IV

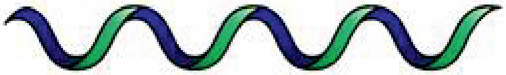
RNA (+)

चित्र 1.13: वर्ग IV एकल तंतुक (ss) RNA विषाणु।

ङ) वर्ग V में वे विषाणु हैं जिनमें एकल तंतुक (ss) RNA जीनोम होता है जो mRNA ऋणात्मक (–) के बेसक्रम के पूरक होते हैं, उदाहरण ओर्थोमिक्सोवाइरस, रैब्डोवाइरस आदि (चित्र 1.14)।

परपोषी कोशिका में ऋृणात्मक बोध वाला विषाणु RNA ट्रांसक्रिप्शन (लिप्यंतरण) के लिए टेम्पलेट (सांचे) का काम करता है जिससे पूरक mRNA बनाया जा सके, जिसे फिर परपोषी राइबोसोम द्वारा ट्रांसलेट कर दिया जाता है। ऋणात्मक तंतु RNA विषाणु RNA पोलीमरेस का भी वहन करते हैं, जिसकी उनके, RNA लिप्यंतरण के लिए आवश्यकता होती है।

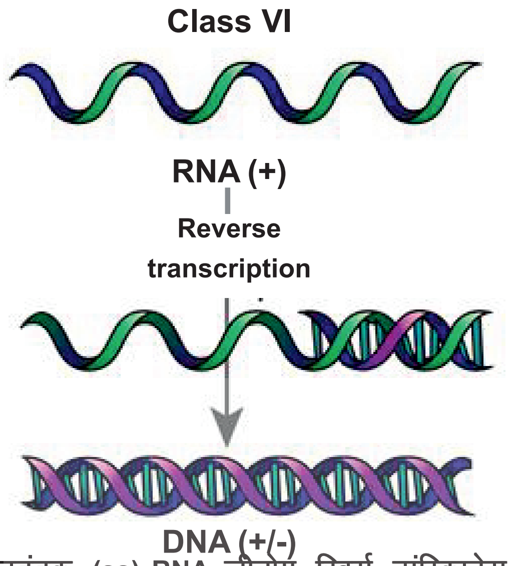
Class V



RNA (–)

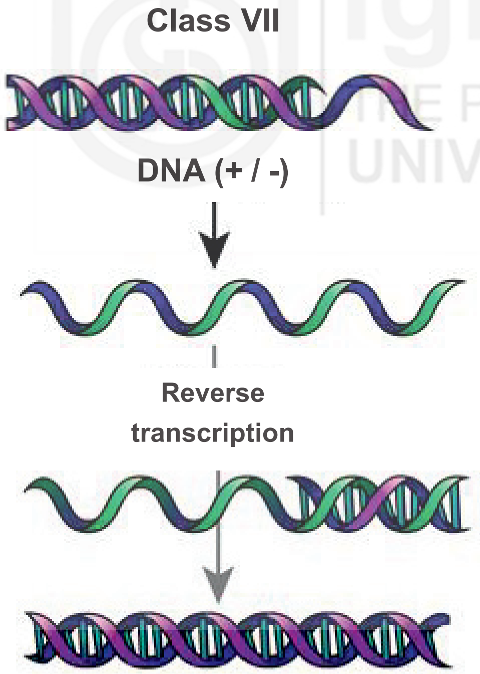
चित्र 1.14: वर्ग V एकलतंतुक (ss) RNA विषाणु।

च) वर्ग VI में वे विषाणु हैं जिनमें एकल तंतुक (ss) RNA जीनोम होता है जो रिवर्स ट्रांस्क्रिप्टेस एन्जाइम की सहायता से द्वितंतुक (ds) DNA में बदलकर फिर mRNA बनाता है (उदाहरण : रिट्रोवाइरस) (चित्र 1.15)।



चित्र 1.15: वर्ग VI एकलतंतुक (ss) RNA जीनोम रिवर्स ट्रांस्क्रिप्टेस एन्जाइम के साथ।

छ) वर्ग VII में वे विषाणु हैं जिनमें द्वितंतुक (ds) DNA जीनोम धनात्मक (+) बोध में एकल तंतुक (ss) RNA में परिवर्तित हो जाता है और फिर रिवर्स ट्रांस्क्रिप्टेस की सहायता से द्वितंतुक (ds) DNA बनाकर फिर mRNA का ट्रांस्क्रिप्शन करता है (उदाहरण हिपेड्नावाइरस) (चित्र 1.16)।



ignou THE PEOPLE'S UNIVERSITY

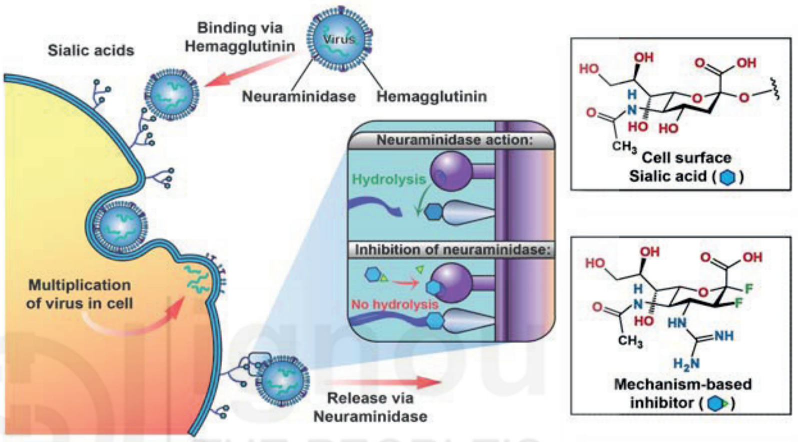
चित्र 1.16: वर्ग VII द्वितंतुक (ds) DNA जीनोम रिवर्स ट्रांस्क्रिप्टेस के साथ।

1.3.6 विषाणु एन्जाइम और उनकी अंतर्वस्तुएं

न्यूरामिनीडेज (NA) वह विषाणु एन्जाइम है जिसकी खोज सबसे पहले हुई थी। आपने पहले ही पढ़ा है कि विषाणु परपोषी कोशिका के बाहर जीवित नहीं रह पाते और न ही गुणन कर सकते हैं। विषाणु के प्रसार के लिए, उसे परपोषी कोशिका से निर्मुक्त होकर दूसरी कोशिका में प्रवेश करना पड़ता है। विषाणु को न्यूरामिनीडेज की आवश्यकता होती है जिससे वह परपोषी कोशिका से मुक्त हो सके। न्यूरामिनीडेज सिआलिक अम्ल

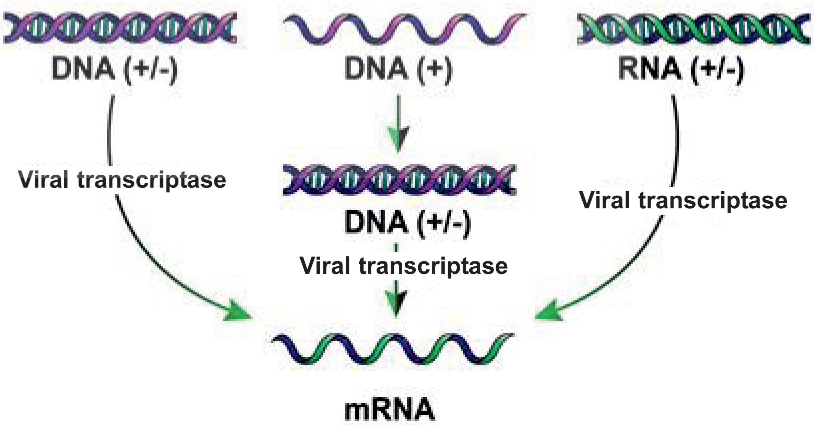
समूहों को परपोषी कोशिका की सतह के ग्लाइकोप्रोटीन से विखंडित कर देता है। इससे संतति विषाणु निर्मुक्त हो जाते हैं और विषाणु का परपोषी कोशिका से आसपास की असंक्रमित कोशिकाओं में प्रसार हो जाता है।

हीमाग्लूटिनन (HA) जो की एक ग्लाइकोप्रोटीन है, उसे भी विषाणु से वियुक्त किया गया है। हीमाग्लूटिनन परपोषी कोशिका में प्रवेश करने में विषाणु की सहायता करता है। HA परपोषी कोशिका की सतह के ग्लाइकोप्रोटीनों के समूहों से बद्ध हो जाता है जो विषाणु को कोशिकाओं से बद्ध करने और नई कोशिका में संक्रमण करने के लिए उत्तरदायी है (चित्र 1.17)।



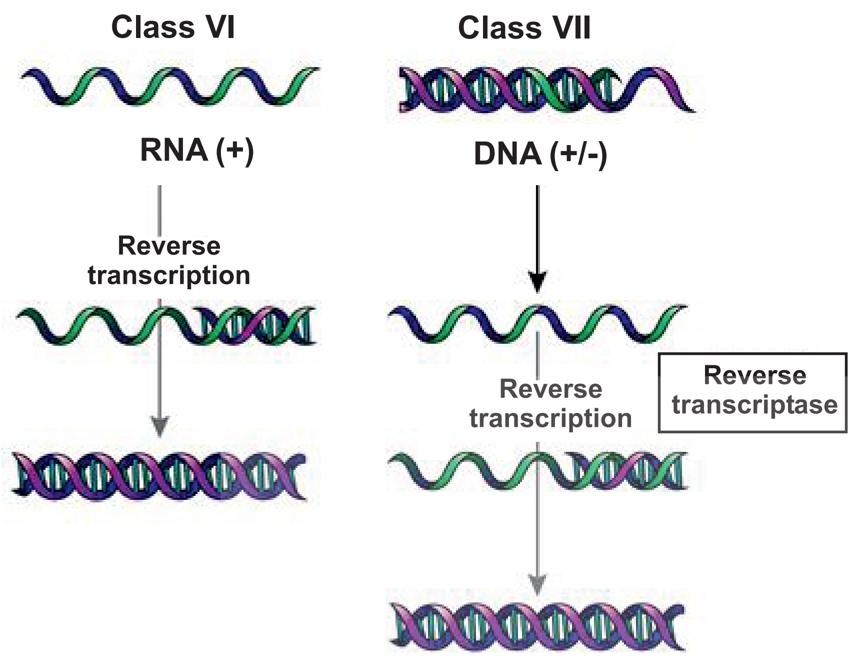
चित्र 1.17: हीमोग्लूटिनन और न्यूरामिनीडेज की क्रिया की क्रियाविधि ।

विषाणु में पाया जाने वाला एक अन्य प्रमुख एन्जाइम वाइरल ट्रांसक्रिप्टेज (DNA डिपेन्डेन्ट RNA पोलीमरेज) है। वाइरल ट्रांसीक्रप्टेज की आवश्यकता DNA के द्वितंतुक अथवा DNA के एकलतंतु अथवा द्वितंतुक RNA से mRNA के संश्लेषण के लिए होती है (चित्र 1.18)।



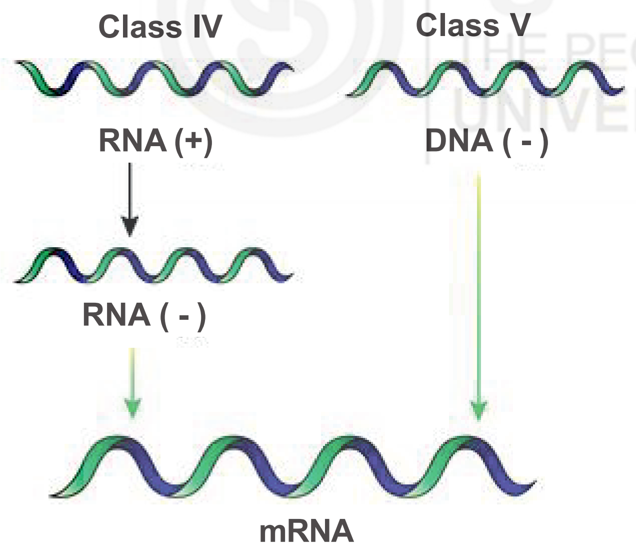
चित्र 1.18: वाइरल ट्रांसक्रिप्टेज की क्रिया की क्रियाविधि ।

कुछ विषाणु में एन्जाइम रिवर्स ट्रांसक्रिप्टेज भी होता है जो एकल तंतुक RNA से DNA का संश्लेषण करता है (चित्र 1.19)।



चित्र 1.19: वाइरल रिवर्स ट्रांसक्रिप्टेज की क्रिया की क्रियाविधि।

अन्य एन्जाइम जिसकी खोज की गई है, वह रेप्लीकेज (यानी RNA-डिपेन्डेन्ट RNA पोलीमरेज) है। रेप्लीकेज की आवश्यकता एकल तंतुक RNA से पूरक RNA बनाने के लिए होती है (चित्र 1.20)।



चित्र 1.20: वाइरल रेप्लीकेज की क्रिया की क्रियाविधि।

1.3.7 विषाणु वर्गिकी

विषाणुओं के वर्गीकरण के लिए एक समान वर्गीकरण प्रणाली को इंटरनेशनल कमेटी फॉर टैक्सोनोमी ऑफ विषाणु (ICTV) द्वारा विकसित किया गया है। विषाणुओं की संख्या और उनकी वर्गिकीय श्रेणियां निरंतर बढ़ रही हैं।

विषाणु का कुलनाम **वाइरिडी**, उपकुल नाम **वाइरिनी** तथा वंश (और स्पीशीज़) नाम विषाणु से खत्म होता है। उदाहरण के लिए, कुल पॉक्सवाइरिनी, उपकुल

कोर्डोपॉक्स वाइरिनी, वंश ऑर्थोपॉक्स वाइरस में पॉक्सवाइरस की अनेक प्रजातियां हैं जिनमें कॉउपॉक्स, वैक्सीनिया और वेरिओला मेजर (स्मॉलपॉक्स का कारक कर्मक) सम्मिलित हैं।

HIV के लिए वर्गिकीय पदनाम निम्न हैं, कुल : रिट्रोवाइरिडी, वंश लेन्टीवाइरस तथा स्पीशीज ह्यूमन इम्यूनोडेफीशिएन्सी विषाणु (HIV) है।

विषाणुओं स्पीशीज़ विषाणुओं का वह समूह होता है जिनमें समान जीनोम और विशिष्ट जीवों के साथ समान संबन्ध होते हैं। विषाणुओं का विभिन्न वर्गिकीय समूहों में विभाजन विभिन्न विशेषताओं जैसे परपोषी जीव के प्रकार, वाइरिऑन (virion) की संरचना और संयोजन (न्यूक्लीक अम्ल, कैप्सिड, आवरण, एन्जाइम), प्रतिकृति/पुनरावृत्ति के तरीके, परपोषी के साथ प्रतिरोधात्मक संबन्ध, किए जाने वाले रोगों के प्रकार, उनके संचरण के तरीके तथा वाइरल जीनोम क्रमों पर आधारित है। विषाणु परपोषी विशिष्ट होते हैं, जिसका अर्थ है प्रत्येक विषाणु किसी निश्चित स्पीशीज की परपोषी कोशिकाओं को ही संक्रमित कर सकता है। परपोषी विशिष्टता का निर्धारण विषाणु के किसी निश्चित कोशिका से संबद्धता द्वारा होता है, जो निम्न पर निर्भर करती है:

- वाइरिऑन कैप्सिड अथवा आवरण की विशिष्ट संरचना।
- परपोषी कोशिका सतह पर विशिष्ट ग्राही स्थलों की उपस्थिति, जिनको सिर्फ विशिष्ट वाइरिऑन द्वारा ही पहचाना जाता है।

1.4 डीएनए विषाणु (T-फेज)

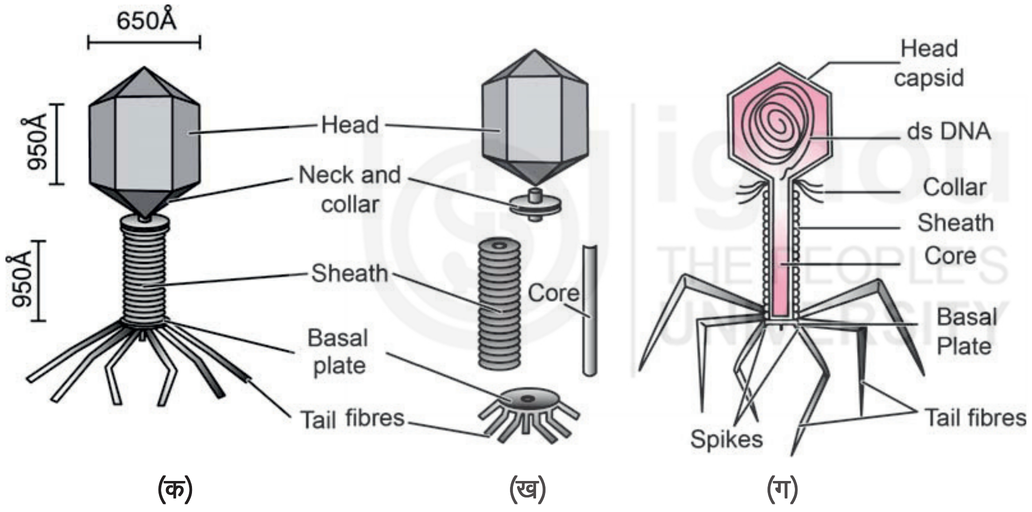
आप पहले ही जान चुके हैं कि जिन विषाणु में आनुवंशिक पदार्थ के रूप में DNA होता है, उन्हें DNA विषाणु कहते हैं। DNA विषाणु एकल तंतुकी (ss DNA) अथवा द्वितंतुकी DNA (ds DNA) हो सकता है। एकलतंतुकी (ss DNA) जीनोम वाले विषाणु बहुत छोटे होते हैं। किसी भी ज्ञात ss DNA विषाणु में लिपिड आवरण नहीं होता है। द्वितंतुकी DNA जीनोम वाले विषाणुओं के जीनोम साइज़ में भिन्नता होती है। रिवर्स ट्रांसक्रिप्टेज विषाणु के अतिरिक्त वस्तुतः कोई भी ज्ञात द्वितंतुक DNA विषाणु उच्चतर पादपों को संक्रमित नहीं कर सकता है। अधिकांश ज्ञात बैक्टीरियोफेज (95%) द्वितंतुक DNA जीनोम वाले पुच्छ युक्त फेज हैं। बैक्टीरिया, आर्किया और यूकैरियोटा के बड़े DNA विषाणु विकासात्मक रूप से जुड़े प्रतीत होते हैं। यद्यपि बैक्टीरिया के T4 फेज, आर्किया के हेलोफेज, कुल फाइकोनेविरिडी के विषाणु जो शैवालों को संक्रमित करते हैं तथा यूकैरियोटा के हर्पीज विषाणु के बीच कम ही क्रम संरक्षण पहचाना जा सकता है लेकिन ये सभी अपने DNA पोलीमरेस प्रकार, कैप्सिड संरचना और कैप्सिड सम्मुचयन में समान पूर्वज होने संगत हैं।

T फेज विषाणु

बैक्टीरियोफेज का वर्गीकरण करने के सभी मानकों में से, संरचनात्मक आकारिकी और न्यूक्लीक अम्ल गुणों को महत्वपूर्ण माना जाता है। बैक्टीरियोफेज के प्रमुख आकारिकीय समूहों में संकुचनशील पुच्छ वाले विषाणु, असंकुचनशील पुच्छ वाले विषाणु, पुच्छहीन विंशफलकी फेज तथा तंतुमय फेज सम्मिलित हैं। T-फेज (T1 से T7) जहाँ T-टाइप के लिए प्रयोग किया जाता है, वे विंशफलकी शीर्ष, द्वितंतुक DNA और विशिष्ट संकुचनशील पुच्छ संरचना वाले बड़े, जटिल बैक्टीरियोफेज का विशिष्ट वर्ग हैं (चित्र 1.21)। T-फेज में द्वितंतुक DNA होता है, अतः ये विषाणु के वर्ग I (द्वितंतुक DNA विषाणु) के सदस्य हैं। सबसे अधिक अध्ययन किए गए T-फेज T4 तथा T7 हैं, ये दोनो *ई.कोलाई* को संक्रमित

करते हैं। सभी अन्य विषाणु की भांति बैक्टीरियोफेज पुनरावृत्ति करने के लिए परपोषी कोशिका का प्रयोग करते हैं और अधिक बैक्टीरियोफेज बनाते हैं। जब बैक्टीरिया का अपघटन/लयन होता है तो नए बने विषाणु निर्मुक्त होकर अन्य *ई-कोलाई* बैक्टीरिया को संक्रमित करते हैं और पुनः चक्र को दोहराते हैं। T-सम फेज (T-2, T-4 आदि) को लयन फेज (Lytic phage) भी कहते हैं क्योंकि ये सदैव परपोषी बैक्टीरिया की कोशिका का लयन/अपघटन करके उसे मार देते हैं।

संरचना : बैक्टीरियोफेज T-सम फेज की टेडपोल जैसी संरचना होती है जिसमें विंशफलकी शीर्ष कुंडलिनी पुच्छ से एक छोटे कॉलर से जुड़ा रहता है। सिर लगभग 2000 कैप्सोमियर का बना होता है जो विंशफलकी सममिति बनाते हैं। विंशफलकी सिर में ठूंस कर भरा हुआ द्वितंतुकी (ds) DNA (50nm लंबा) होता है। बैक्टीरियोफेज की पुच्छ में पुच्छ आच्छद, बेस प्लेट तथा पुच्छ तंतु (tail fibre) होते हैं, जो भिन्न प्रोटीन के बने होते हैं (चित्र 1.21 क)। पुच्छ में एक भीतरी खोखली नली होती है जिसे कोर (core) कहते हैं, ये संकुचनशील आच्छद से घिरी रहती है जिसमें 24 वलयाकार वलय (annular rings) (चित्र 1.21 ख) होती है। नली का दूरस्थ सिरा एक शट्कोणीय आधारी प्लेट से जुड़ा रहता है, छह लंबे, लचीले पुच्छ तंतु आधारी प्लेट से निकलते हैं (चित्र 1.21 ग)।



चित्र 1.21: क) T4 बैक्टीरियोफेज; ख) उसके भाग; ग) एक वाइरियॉन की लंबकाट।

लंबे पुच्छ तंतुओं का प्रयोग बैक्टीरियोफेज द्वारा स्वयं को बैक्टीरिया से संबद्ध करने के लिए किया जाता है जिससे विषाणु अपनी आनुवंशिक सामग्री को परपोषी कोशिका के भीतर डाल सके, जिससे पुनरावृत्ति की प्रक्रिया आरंभ हो जाए।

1.5 आरएनए विषाणु (TMV)

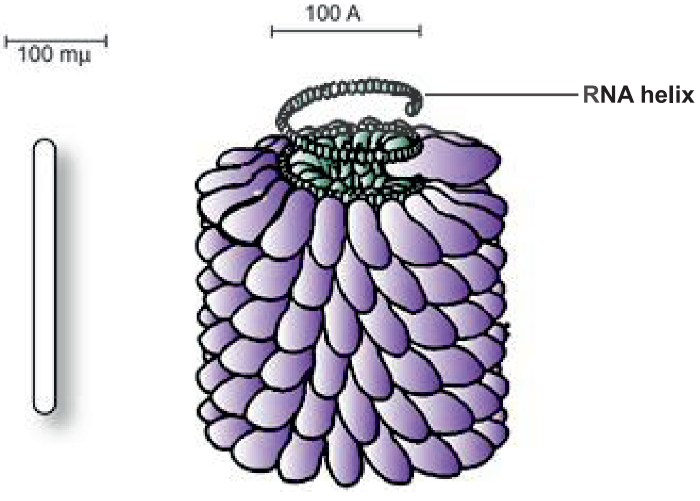
आप पहले ही जान चुके हैं कि जिन विषाणु में आनुवंशिक पदार्थ के रूप में RNA होता है, वे RNA विषाणु कहलाते हैं। विषाणु को अपने जीवित रहने और प्रतिकृति/पुनरावृत्ति करने के लिए परपोषी कोशिका की आवश्यकता होती है। सभी परपोषी कोशिकाओं का आनुवंशिक पदार्थ DNA होता है। परपोषी कोशिका में DNA की पुनरावृत्ति की मशीनरी होती है लेकिन RNA की पुनरावृत्ति करने की क्षमता नहीं होती है। यद्यपि, परपोषी कोशिका में DNA को संदेशवाहक RNA (mRNA) में अनुलेखित करने के लिए आवश्यक मशीनरी होती है। अतः RNA विषाणु के पास पुनरावृत्ति के लिए ऐसी क्रियाविधि का होना आवश्यक है जो नए विषाणुओं के लिए अधिक आनुवंशिक पदार्थ यानी RNA बना सके।

कुछ RNA विषाणु में, RNA एक वाइरल एन्जाइम (रेप्लीकेज) द्वारा पुनरावृत्ति करता है जो विषाणु में ही निहित होता है। कुछ RNA विषाणु में, वाइरल RNA जीनोम एन्जाइम (रेप्लीकेज) के लिए कोड/कूटसंकेतन करता है। एन्जाइम रेप्लीकेज परपोषी कोशिका में परपोषी की कोशिकीय मशीनरी की सहायता से संश्लेषित होता है। अन्य विषाणु में विषाणु में निहित रिवर्स ट्रांसक्रिप्टेज वाइरल RNA को DNA में परिवर्तित कर देता है जिसकी फिर परपोषी कोशिका द्वारा पुनरावृत्ति की जाती है। पादप विषाणुओं में, टुबैको मोजैक विषाणु (TMV) का सबसे अधिक व्यापक रूप से अध्ययन किया गया है। TMV का उपयोग पादप आण्विक जीव विज्ञान (molecular biology) में विशेष रूप से पादप रूपांतरणों के लिए किया जाता है और इसलिए इसका विस्तृत अध्ययन किया गया है।

टुबैको मोज़ैक वायरस (TMV)

टुबैको मोजैक वायरस ऐतिहासिक रूप से महत्वपूर्ण है क्योंकि ये पहला विषाणु है जिसकी खोज **दिमित्री इवानोवस्की** द्वारा की गई थी और पहला ऐसा विषाणु है जिसे वैन्डल स्टेनली द्वारा क्रिस्टलीकृत किया गया था (अनुभाग 1.2 देखिए)। TMV तंबाकू तथा अन्य पादपों जैसे टमाटर, पालक तथा मिर्च को संक्रमित करके इनकी फसलों को अत्यधिक क्षति पहुंचाता है। वाइरिऑन (virion) के पादप कोशिका में प्रवेश करके उसे संक्रमित करने के लिए पादप कोशिका भित्तियों का क्षतिग्रस्त होना आवश्यक है। TMV संक्रमित पत्तियों का क्लोरोप्लास्ट (हरितलवक) पीला हो जाता है क्योंकि विषाणु संक्रमण के कारण उसका क्लोरोफिल (पर्णहरित) नष्ट हो जाता है। इस रोग को टुबैको मोज़ैक विषाणु इसलिए कहते हैं क्योंकि संक्रमित पत्तियों में एक विशिष्ट मोज़ैक (चितकबरा) पैटर्न विकसित हो जाता है यानी पीलापन लिए संक्रमित धब्बों के साथ एकांतरी हरे क्षेत्र पाए जाते हैं। मोज़ैक रोग की पहचान पत्ती पर मिश्रित रूप से हल्के हरे तथा पीले धब्बों की उपस्थिति से होती है जो मोज़ैक पैटर्न बनाते हैं।

संरचना : TMV एक धनात्मक (+) बोध का एकलतंतुक (ss) RNA विषाणु है जो कुंडलिनी सममिति वाले वर्ग IV का सदस्य (चित्र 1.22) है। ये एक लंबा पतला छड़ाकार कण है जो लगभग 300nm लंबा और 15 से 17nm व्यास का होता है। नली खोखली और प्रोटीन कैप्सोमियर की बनी होती है जो मध्य कोर के इर्दगिर्द कुंडलिनी रूप से व्यवस्थित रहते हैं। मध्य कोर 4nm व्यास की होती है और विषाणु की पूरी लंबाई में रहती है। TMV की पूर्ण छड़ (rod) में लगभग 2130 कैप्सोमियर होते हैं। प्रत्येक कुंडलिनी घेरे में लगभग 16 कैप्सोमियर होते हैं। RNA के साथ मिलकर कैप्सिड की उपइकाई प्रोटीन एक सघन सर्पिल बनाती है। कैप्सिड के ऊपर कोई आवरण नहीं होता है।



चित्र 1.22: RNA कुंडलिनी पर लगी प्रोटीन उपइकाईयों को दर्शाते हुए टुबैको मोजैक वायरस (TMV)।

धनात्मक (+) बोध का ss RNA कुंडलिनी रूप में कुंडलित रहता है। इसका जीनोम धनात्मक तंतु RNA की एकल प्रति होता है, जिसमें 6,395 न्यूक्लीओटाइड बेस होते हैं और इसके 5 सिरे पर एक गोप होती है तथा इसके 3'' सिरे पर RNA अणु t RNA जैसी संरचना में वलयित हो जाता है। TMV जीनोम सिर्फ चार प्रकार के प्रोटीन के लिए कूटलेखन (encode) करता है, दो RNA पोलीमरेस के घटक और दो विषाणु की कैप्सिड के घटक होते हैं।

1.6 अन्य विषाणु जैसी संरचनाएँ : उपविषाणु कण

ये विषाणु से संबन्धित कर्मक होते हैं (कभी-कभी एटिपिकल (यानी अप्ररूपी) वाइरस कहलाते हैं) जो रोग उत्पन्न करने वाले सबसे छोटे ज्ञात रोगाणु हैं। अभी तक अध्ययन किए गए इस प्रकार के दो विषाणु जैसे कर्मक वाइरॉइड्स (viroids) तथा प्रियोन्स (prions) हैं।

1.6.1 वाइरॉइड

विषाणु को अक्सर सबसे छोटी संक्रामक वस्तुएं कहा जाता है। लेकिन कुछ इनसे भी छोटे दावेदार भी हैं। पादप रोग के कुछ कर्मकों में विषाणु आवरण भी नहीं होता है और ये महज सादा अथवा ''अनावरित'' RNA के छोटे तंतुक होते हैं। ये सामान्य विषाणु के अधिक प्राचीन रूप माने जाते हैं। ये छोटे गोल, एकलतंतुक RNA वाले कण जिनमें कोई प्रोटीन नहीं होता है, वाइरॉइड (viroid) कहलाते हैं। RNA अणु में कोई प्रोटीन को कोड करने वाला जीन नहीं होता है। बिना किसी सुरक्षात्मक आवरण के महज RNA अणु होने के बावजूद, वाइरॉइड को एन्जाइमों द्वारा निम्नीकृत नहीं किया जाता है। इसका कारण यह है कि व्यापक आन्तरिक बेस युग्मन के कारण उनकी बहुत कसी दृढ़ द्वितीयक संरचना होती है। अतः ये छड़ी जैसे दिखते हैं, जो बंद सिरो वाले द्वितंतुक अणु जैसे प्रतीत होते हैं। कृषि विज्ञानियों ने पाया है कि वाइरॉइड पादप रोग जैसे आलू और टमाटर में पोटेटो स्पिन्डल, ट्यूबर, सिट्रस एक्सोकोर्टिस तथा कुकुंबर पेल फ्रूट रोग करते हैं। पोटेटो स्पिन्डल ट्यूबर वाइरॉइड (PSTV) आलू और टमाटर दोनों को संक्रमित करता है। वाइरॉइड द्वारा होने वाले रोगों के गंभीर कृषि प्रभाव हो सकते हैं। हाल ही में, हिपेटाइटिस D से भी एक वाइरॉइड संबद्ध पाया गया है।

1.6.2 प्रियोन

प्रियोन (prions) (प्रोटीनमय संक्रामक कण) संक्रामक कण हैं जिनमें प्रोटीन होते हैं लेकिन DNA और RNA नहीं होते हैं। प्रियोन वे प्रोटीन हैं जिनमें रोग संचरित करने की क्षमता होती है। ये एक ऐसी खोज है जिसने वैज्ञानिक संभावनाओं को नकारा है। अभी भी इस पर बहुत बहस है कि ये कैसे कार्य करते हैं, लेकिन वैज्ञानिक मानते हैं कि ये ठग प्रोटीन परपोषी को असामान्य प्रोटीन बनाने का निर्देश देते हैं, जो जंतुओं और मनुष्यों में गंभीर तंत्रिका संबन्धी रोग कर सकते हैं। वैज्ञानिकों ने सुझाया है कि ये तब फैलते हैं जब कोई प्रियोन प्रोटीन के किसी सामान्य प्रकार के संपर्क में आता है। तब ये सामान्य प्रोटीन को आकार बदलकर प्रियोन बना देते हैं। विषाणु के विपरीत प्रियोन अनेक प्रकार के रसायनों तथा भौतिक उपचार जैसे ताप, पराबैंगनी विकिरणों, फोर्मेल्डीहाइड इत्यादि के लिए प्रतिरोधी होते हैं।

बॉक्स 1.4: प्रियोन रोग

क्या आपने मैडकाउ डिसीज (Madcow Disease) के विषय में सुना है? ये एक बीमारी है जो जानवर के मस्तिष्क को प्रभावित करती है तथा बोवाइन स्पंजीफोर्म एनसिफैलोपैथी भी कहलाती है क्योंकि इसमें मस्तिष्क स्पंज जैसा दिखाई देता है।

प्रियोन रोग ऐसी स्थितियों के समूह को प्रदर्शित करते हैं, जो मनुष्यों और जानवरों में तंत्रिका तंत्र को प्रभावित करता है। मनुष्यों में, ये स्थितियाँ मस्तिष्क के कार्य को हानि पहुँचाती है जिससे स्मृति, व्यक्तित्व तथा व्यवहार में परिवर्तन होते हैं, जैसे बौद्धिक कार्य में कमी (डीमेन्शिया/पागलपन) तथा असामान्य चाल, विशेषरूप से चाल के समन्वयन में कठिनाई होना (एटैक्सिया/गतिविभ्रम)।

क्रूजफेल्ट-जैकब रोग (CJD): क्लासिक CJD एक मानव प्रियोन रोग है। ये एक तंत्रिका निम्नीकरण विकार है जिसके विशिष्ट चिकित्सीय और निदानी लक्षण होते हैं। ये रोग तेजी से बढ़ता है और सदैव घातक होता है। इस रोग के कारण बीमारी की शुरुआत के बाद सामान्यतः साल भर के भीतर मृत्यु हो जाती है।

1.7 आर्थिक महत्व

विषाणु अत्यधिक छोटे आकार के संक्रामक कर्मक है जो व्यापक आर्थिक हानि करते हैं। यद्यपि विषाणु रोगाणुओं के रूप में महत्वपूर्ण हैं, ये चिकित्सा अनुसंधान और निदान में प्रमुख लाभकारी भूमिका निभाते हैं।

1.7.1 विषाणु रोगों के कारण आर्थिक हानि

पादप रोग

पादप-संक्रमण करने वाले विषाणुओं के कारण होने वाला फसल का नुकसान कवकीय रोगों के बाद दूसरे स्थान पर है, यद्यपि पादप विषाणुओं का नियंत्रण करना कहीं अधिक कठिन है। आर्थिक रूप से महत्वपूर्ण फसल गंभीर रूप से विषाणु रोगों द्वारा प्रभावित होती है जिससे अनाज उत्पादन में कमी, खराब गुणवक्ता के बीज तथा पादप स्वच्छता और रोग नियंत्रण में व्यय होने वाली लागत के कारण काफी आर्थिक हानि होती है। पादप कोशिकाभित्ति मोटी होती है इसलिए पादपकोशिकाभित्ति में विषाणु का वेधन कठिन होता है। विषाणु के कोशिका में प्रवेश करने के लिए पादप कोशिका भित्ति कीटों अथवा जानवरों के कारण क्षतिग्रस्त होनी चाहिए। विषाणु से संक्रमित होने वाली अधिकांश फसलों में, पादप विषाणु का संचरण एफिड, लीफहॉपर आदि जैसे कीटों द्वारा होता है। कीट अपने मुख अंगों पर विषाणु को लेकर उसे पादपों तक पहुँचा कर वाहक (vector) के रूप में काम करते हैं। वाहकों को नियंत्रित करने के लिए पीड़कनाशियों (कीटनाशिओं) का प्रयोग किया जाता है, जो फसल की उत्पादन लागत को बढ़ा देता है।

पादप विषाणुओं द्वारा मूलरूप से दो प्रकार के संक्रमण किए जाते हैं- मोज़ैक रोग तथा पत्तियों का मुड़ जाना (curling) व बौनापन (dwarfing)।

पादप विषाणु द्वारा होने वाले कुछ पादप रोग टुबैको मोजैक विषाणु, पोटेटो विषाणु, तथा कॉलीफ्लावर मोजैक विषाणु, मोजैक विषाणु ऑफ कुकुंबर और लैट्यूस, येलो डिसीज ऑफ पोटेटो, टोमेटो बंची टॉप डिसीज, कॉटन लीफ कर्ल विषाणु (LCV) नेक्रोटिक डिसीज तथा ट्यूमर हैं।

जंतु रोग

भारत में विषाणु द्वारा होने वाले एक प्रमुख रोग फुट एंड माउथ डिसीज यानी खुरपका व मुंहपका (FMD) के कारण भारी वार्षिक आर्थिक हानि होती है। पिकोर्ना विषाणु द्वारा होने वाला खुरपका व मुंहपका रोग अत्यधिक संक्रामक है और विदीर्ण-पाद जंतुओं जैसे मवेशी, भैंस, बकरी, भेड़ तथा सूअर में तेज़ी से फैलता है और ये भारत का स्थानिक है। रोग के कारण होने वाली आर्थिक हानि मुख्य रूप से दुग्ध उत्पादन में हानि, जोते जाने वाले जानवरों की कार्य क्षमता में हानि, शरीर के वज़न में कमी जिसके कारण मांस का कम उत्पादन होता है और टीकाकरण की लागत आदि हैं। इसके अतिरिक्त, दुग्ध और दुग्ध उत्पाद, मांस और चमड़े और खाल को उन देशों द्वारा स्वीकार्य नहीं किया जाता है जहाँ रोग नहीं है जिससे भारत में पशुधन उद्योगों की निर्यात क्षमता में कमी आ जाती है।

अन्य आर्थिक रूप से महत्वपूर्ण विषाणु जनित रोग एवियन इन्फलुएन्जा अथवा बर्ड फ्लू (इन्फ्लुएन्जावाइरस); रेबीज (रेब्डोवाइरस); बोवाइन वायरल डायरिया (पेस्टीवाइरस); कुक्कुट (पोल्ट्री) में न्यू कैसल रोग (पैरामिक्सोवाइरस) आदि हैं।

विषाणु जनित मानव रोग

विषाणु रोगों जैसे एड्स, इन्फ्लुएन्जा, डेंगू, पोलियो, डायरिया, स्मॉलपॉक्स (चेचक) तथा हिपेटाइटिस के विनाशकारी प्रभावों से हम भलीभांति परिचित हैं। कुछ ऐसे विषाणु संक्रमण हैं जो देशों के स्वास्थ्य तंत्रों को प्रभावित करते हैं और स्वास्थ्य के साथ ही धन की हानि भी करते हैं। इनमें से एक इबोला विषाणु का प्रकट होना है, जिसमें शरीर के अंदर और बाहर अत्यधिक रक्तस्राव होता है। दूसरा रोग कोरोनावाइरस के कारण होता है जो गंभीर श्वसन रोग सिवियर एक्यूट रेस्पिरेटरी सिन्ड्रोम (SARS) करता है। टीकाकरण विषाणु जनित रोगों को नियंत्रित करने के लिए एक अधिक पसंद की जाने वाली कार्यनीति है।

1.7.2 विषाणु के आर्थिक लाभ

टीका उत्पादन : संक्रमण के विरुद्ध टीकाकरण से रोगजनक विषाणु प्रतिरक्षा (सुरक्षा) प्रदान करते हैं। सजीव क्षीणीकृत विषाणु (बल या प्रभाव में निर्बलित) अथवा मृत विषाणु के उपयोग से संश्लेषित किए जाने वाले पारंपरिक टीकों का उत्पादन आसान और सस्ता है।

जीनथिरेपी/जीन उपचार : हम सभी जानते हैं कि जीन DNA का वह क्षेत्र है जो क्रियात्मक RNA अथवा प्रोटीन उत्पाद को कूट संकेत देता/एनकोड करता है। त्रुटिपूर्ण जीन त्रुटिपूर्ण/निष्क्रिय जीन उत्पाद बनाता है और रोग पैदा करता है। जीन उपचार क्रियात्मक जीन को मानव कोशिकाओं में प्रवेश कराना है जिससे त्रुटिपूर्ण जीन को बदलकर उन्हें ठीक किया जा सके। जीन थिरेपी का उपयोग व्यापक स्तर पर कैंसर के उपचार में किया जाता है उदाहरण ब्लड कैंसर में बोनमेरो (अस्थिमज्जा) प्रत्यारोपण।

कैंसर उपचार : कुछ विषाणु जो कैंसर करते हैं और ऐसे विषाणु **आंकोवाइरस** (oncovirus) कहलाते हैं। विषाणु का उपयोग कैंसर की रोकथाम के लिए कैंसररोधी टीकों के स्रोत के रूप में किया जाता है उदाहरण हिपेटाइटिस B विषाणु (हिपेटिक कैंसर करता है) तथा ह्यूमन पैपिलोमा विषाणु (सर्विकल कैंसर) के लिए टीके (वैक्सीन) व्यावसायिक रूप से उपलब्ध है।

बैक्टीरियोफेज उपचार : आप पहले ही पढ़ चुके हैं कि बैक्टीरियोफेज जीवाणुभोजी विषाणु है। इसलिए बैक्टीरियोफेज का उपयोग बैक्टीरियाई रोगाणुओं के विनाश के लिए किया जा सकता है। इस उपचार का उपयोग स्टेफाइलोकॉकल तथा *ई-कोलाई* संक्रमणों के लिए सफलतापूर्वक किया जा चुका है और बहुत विश्वसनीय साबित हुआ है।

शोध/अनुसंधान में विषाणु की भूमिका : विषाणु का उपयोग शोध/अनुसंधान कार्यों में व्यापक रूप से किया जाता है क्योंकि ये जीवन के सभी तीनों डोमेन (बैक्टीरिया, आर्किया और यूकैरियोटा) को संक्रमित करते हैं। विषाणु में आनुवंशिक पदार्थ को परपोषी कोशिका में प्रवेश कराने का विशिष्ट गुण होता है इसलिए इनका उपयोग पुर्नसंयोजी/रिकॉम्बिनेन्ट DNA प्रोद्यौगिकी तथा अनुसंधान प्रक्रियाओं में वेक्टर यानी वाहक के रूप में किया जाता है। बैक्टीरियोफेज जेनेटिक इंजीनियरिंग में नियमित रूप से उपयोग किए जाने वाले वाइरल वाहक (वैक्टर) है। लैम्डा (λ) तथा M13 फेज सबसे अधिक उपयोग किए जाने वाले *ई-कोलाई* फेज़ हैं।

विषाणु आधारित निदान : विषाणु विभिन्न जैविक तकनीकों में जैसे सदर्न बलोटिंग (southern blotting), क्लोनिंग (cloning), RNA और DNA अनुक्रमी आदि में प्रमुख भूमिका निभाते हैं। विषाणु इनमें वेक्टर (vector) की तरह इस्तेमाल होता है।

विषाणुओं जैवनाशी/जीवनाशी : ये बैक्टीरियाई पीड़कनाशियों से कहीं कम महत्वपूर्ण हैं, फिर भी प्रभावी जैव-नियंत्रण कर्मकों के रूप में विभिन्न विषाणुओं पर शोध हो रहा है। बैकुलोवाइरस वाइरस का सबसे प्रमुख समूह है जिसका उपयोग जैवपीड़कनाशियों (biopesticide) के रूप में किया जाता है।

बोध प्रश्न 2

निम्न वाक्यों में कोष्ठक में दिए गए विकल्पों में से सही शब्द चुनिए :

i) वह उपचार जिसमें वाइरस का उपयोग बैक्टीरियाई रोगाणुओं को नष्ट करने के लिए किया जा सकता है वह (जीन उपचार/बैक्टीरियोफेज उपचार) है।

ii) रैबीज (रैब्डोवाइरस/पिकोर्ना वाइरस) के कारण होती है।

iii) टुबैको मोजैक वाइरस (TMV) एक (DNA वाइरस /RNA वाइरस) है।

iv) वाइरस को एन्जाइम (हिमेग्लूटिनन/न्यूरामिनीडेज) की आवश्यकता होती है जिससे उसे परपोषी कोशिका से निर्मुक्त किया जा सके।

v) सकारात्मक बोध (+) एकल तंतुक RNA वाइरस को बाल्टीमोर के वर्गीकरण में (वर्ग V/वर्ग IV) के अंतर्गत वर्गीकृत किया गया है।

vi) न्यूक्लीओकैप्सिड तथा आवरण के बीच उपस्थित प्रोटीन की परत (मैट्रिक्स/स्पाइक) कहलाती है।

1.8 सारांश

इस इकाई में आपने पढ़ा कि

- विषाणु को छोटे, अविकल्पी, अन्तराकोशिकीय कणों के रूप में परिभाषित किया जा सकता है जिन्हें सिर्फ इलैक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी द्वारा देखा जा सकता है और जो परपोषी कोशिकाओं को संक्रमित करके उसके अंदर पुनरावृत्ति करने लगते हैं।

- विषाणुओं की खोज के लिए दो वैज्ञानिकों दिमित्री इवानोविस्की और मार्टिनस बियोर्निक ने महत्वपूर्ण भूमिका निभाई।

- लैफ्लर और फ्रॉश ने प्रथम जीव विषाणु की खोज करने में सफलता पाई।

- फ्रेड्रिक ट्वोर्ट और डी हैरेल ने बैक्टिरियोफॉज यानी जीवाणुभक्षी की खोज की (जीवाणु का भक्षण करने वाले विषाणु)।

- वैन्डेल स्टेनली ने हली बार विषाणु को क्रिस्टलीकृत किया (टीएमवी)।

- विषाणु परपोषी कोशिका के बाहर न तो जीवित रह सकते हैं और न ही वृद्धि कर सकते हैं।

- विषाणु सिर्फ दो ही घटकों से बने होते हैं – क) प्रोटीन (कैप्सिड) और ख) न्यूक्लिक अम्ल (विषाणु जीनोम)।

- विषाणु जीनोम, रासायनिक और भौतिक हानि से विषाणु कणों के बने प्रोटीन आवरण से सुरक्षित होता है, जिसे **कैप्सिड** कहते हैं।

- कैप्सिड और विषाणु जीनोम को एक साथ **न्यूक्लियोकैप्सिड** कहते हैं।

- कैप्सिड की बनावट का आधार प्रोटीन सबयूनिट्स होते हैं जिन्हें **कैप्सोमियर** कहते हैं।

- विषाणु कैप्सिड के ऊपर, विशेष कैप्सिड प्रोटीन मौजूद होते हैं जिन्हें स्पाइक्स कहते हैं, जो विषाणुओं के बाध्यकारी स्थल होते हैं, जिससे विषाणु परपोषी कोशिकाओं के विशिष्ट ग्राहियों से जुड़ सके।

- ये कैप्सोमियर विषाणु के तीन भिन्न सममिति समूहों के लिए उत्तरदायी हैं : विंशफलकी, कुंडलिनी तथा जटिल सममिति।

- कुछ विषाणु जिनमें पारंपरिक विंशफलकी अथवा कुंडलिनी संरचना होती है, उनमें न्यूक्लीओकैप्सिड लचीली श्लथ कला से घिरा रहता है जो प्रोटीन और लिपिडों की बनी होती है, जिन्हें पुनरावृत्ति के दौरान परपोषी कोशिका से अर्जित किया जाता है। ये विषाणु आवरण कहलाता है और ऐसे विषाणु आवरित विषाणु कहलाते हैं। वे विषाणु जिनमें आवरण नहीं होता है अनावरित अथवा नग्न विषाणु कहलाते हैं।

- विषाणु न्यूक्लीक अम्ल अथवा जीनोम या तो डी-ऑक्सी रिबोन्यूक्लीक अम्ल (DNA) अथवा रिबोन्यूक्लीक अम्ल (RNA) का बना होता है।

- जिन विषाणु में आनुवंशिक पदार्थ के रूप में DNA होता है, वे **DNA विषाणु** और वे विषाणु जिनमें आनुवंशिक पदार्थ RNA के रूप में होता है, **RNA विषाणु** कहलाते हैं।

- DNA और RNA विषाणु को आगे 7 वर्गों में उपसमूहित किया गया है (बाल्टीमोर का वर्गीकरण)।

- T-फेज (T1 से T7 तक; T का अर्थ है टाइप) बड़े और जटिल बैक्टीरियोफेज का एक विशिष्ट वर्ग है जिनमें विंशफलकी या शीर्ष, और द्वितंतुक DNA होता है इनकी सिर और पुच्छ संरचना विशिष्ट होती है।

- टुबैको मोजैक विषाणु में कुंडलिनी सममिति होती है साथ ही बीच में सकारात्मक बोध (+) का एकलतंतुक (ss) RNA होता है।

- विषाणु आर्थिक रूप से महत्वपूर्ण है क्योंकि एक तो ये रोगों के कारण हानि पहुँचाते हैं तथा चिकित्सा अनुसंधान और निदान में बहुत महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

1.9 अंत में कुछ प्रश्न

1. निम्न पर लघु टिप्पणी लिखिए :
   i) प्रियोन
   ii) वाइरॉइड्स
   iii) विषाणु वर्गीकरण
   iv) विषाणु आवरण
   v) विषाणु का आर्थिक महत्व
2. चित्र की सहायता से विषाणु की संरचना का वर्णन कीजिए।
3. RNA तथा DNA विषाणु के बीच अन्तर कीजिए।

1.10 उत्तर

बोध प्रश्न

1. i) असत्य
   ii) सत्य
   iii) असत्य
   iv) सत्य
2. i) बैक्टीरियाफेज उपचार
   ii) रैब्डोवाइरस
   iii) RNA वाइरस
   iv) न्यूरामिनीडेज

v) वर्ग IV

vi) मैट्रिक्स

अंत में कुछ प्रश्न

1. i) प्रियोन : उपभाग 1.6.2 में देखिए।

   ii) वाइरॉइड : उपभाग 1.6.1 में देखिए।

   iii) विषाणु का वर्गीकरण : उपभाग 1.3.5 में देखिए।

   iv) विषाणु आवरण : उपभाग 1.3.4 में देखिए।

   v) विषाणु का आर्थिक महत्व : भाग 1.8 में देखिए।

2. चित्र की सहायता से विषाणुओं की संरचना को वर्णित कीजिए (चित्र 1.8 में देखिए)।

3. RNA और DNA विषाणु के बीच अन्तर, भाग 1.4 तथा भाग 1.5 में देखिए।

चित्रों के लिए आभार

Fig.1.2 https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/93/Pasteur_Germ_Proof_Filter%2C_c._1890%2C_Pasteur-Chamberland_Filter_Co.%2C_Dayton%2C_Ohio_-_Museum_of_Science_and_Industry_%28Chicago%29_-_DSC06633.JPG/401px-Pasteur_Germ_Proof_Filter%2C_c._1890%2C_Pasteur-Chamberland_Filter_Co.%2C_Dayton%2C_Ohio_-_Museum_of_Science_and_Industry_%28Chicago%29_-_DSC06633.JPG

Fig.1.3 https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8f/Dmitry_Iosifovich_Ivanovsky.jpg/225px-Dmitry_Iosifovich_Ivanovsky.jpghttps://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c7/Martinus_Willem_Beijerinck.jpg/300px-Martinus_Willem_Beijerinck.jpg

Fig.1.4 http://3.bp.blogspot.com/_GifmgL3NWN0/SWh-lI2Yf_I/AAAAAAAABM8/_3mtNtGZPU4/s320/History+of+Viruses+pic+15.jpg

Fig 1.5 http://talk2bio.com/wp-content/uploads/2017/01/Twort_Frederick.jpg

Fig.1.6 http://centennial.rucares.org/centennial/assets_public/images/48_photo1.jpg, http://centennial.rucares.org/centennial/assets_public/images/48_photo2.jpg

शब्दावली

एन्टीवाइरल (Antiviral) : ऐसा यौगिक जो विषाणु की वृद्धि और जनन को रोक दे।

विरोधी (Antagonist) : ऐसा कर्मक जो शरीरक्रियात्मक विरोध में कार्य करता है।

कैप्सिड (Capsid) : विषाणु कण का प्रोटीन आवरण।

कैन्सर (Cancer) : वह रोग जिसमें असामान्य कोशिकाएँ अनियंत्रित रूप से विभाजन करके शरीर के ऊतक को नष्ट कर देती है।

कैप्सोमियर (Capsomere) : विषाणु कण की उपसंरचनाएँ। ये पोलीपेप्टाइड श्रृंखलाओं के सम्मुचयन से बनती हैं जो परस्पर क्रिया करके कैप्सिड की मूल संरचनात्मक इकाईयां बनाते हैं।

विदीर्ण खुर (Cloven hoof) : **विदीर्ण खुर** (Cloven hoof), **द्विभाजी खुर** (Cleft hoof)**, विभाजित खुर** (Split hoof) **:** ऐसा खुर होता है जो दो पंजों में बंट जाता है। ये स्तनधारी जीवों के ऑर्डर (गण) आर्टियोडैक्टाइला के सदस्यों में पाया जाता है। जिन स्तनधारी जीवों में इस प्रकार का खुर पाया जाता है उनके उदाहरण हैं, मवेशी, हिरण, बारहसिंहा, चिकारा, बकरी, और भेड़।

डीऑक्सीराइबोन्यूक्लीक अम्ल (Deoxyribonucleicacid) (DNA) : एक रासायनिक संरचना जिसमें जीव की आनुवंशिक सूचना/जानकारी होती है। द्विकुंडलित संरचना दो तंतुओं से बनी होती है जिनमें डीऑक्सीराइबोस और फॉस्फेट होता है और ये प्यूरीन तथा पाइरिमिडीन बेसो के बीच हाइड्रोजन बंधों से जुड़ी रहती हैं जो दोनों श्रृंखलाओं से भीतर की ओर घूमे रहते हैं और जीन कोड बनाते हैं।

वंषाणु (Gene) : आनुवंशिक पदार्थ का एक क्रम जो विशिष्ट प्रोटीन बनाने के लिए सूचना/जानकारी प्रदान करता है।

जीनोम (Genome) : किसी जीव की संपूर्ण आनुवंशिक जानकारी।

हैक्सामर (Hexamer) : विंशफलकी विषाणु कैप्सिड में छह प्रोटीन उपइकाइयों (कैप्सोमियर) में से कोई भी एक समूह क्लस्टर।

आवरण (Envelope) : एक लिपिड आवरण जो विषाणु को आवरित करने वाले कैप्सिड को घेरे रहता है। विषाणु का आवरण विषाणु को परपोषी जीव की कोशिकाओं में घुसने में सहायता करता है।

यूकैरियोट्स/ससीम केंन्द्रकी जीव (Eucaryotes) : वे जीव जिनकी कोशिकाओं में कलाबद्ध संरचना केन्द्रक पायी जाती है, जिसमें आनुवंशिक पदार्थ (DNA) होता है।

फुट एवं माउथ डिसीज (खुरपका मुंहपका रोग) (Foot and Mouth Disease FMD) : विदीर्ण खुर वाले पशुओं का एक अत्यधिक संक्रामक रोग।

मैट्रिक्स प्रोटीन (Matrix Protein)	:	एक प्रकार का प्रोटीन जो विषाणु आवरण के घटकों को विषाणु के केन्द्रक से जोड़ता है।
न्यूक्लीओकैप्सिड (Nucleocapsid)	:	विषाणु का संयोजन जिसमें DNA, RNA तथा कैप्सिड प्रोटीन का आवरण होता है।
ऋणात्मक बोध RNA (Negative sense RNA)	:	विषाणु का RNA जिसका बेस क्रम संदेशवाहक RNA (mRNA) का पूरक होता है। प्रोटीन में स्थानांतरण होने से पहले RNA का वाइरल एन्जाइम RNA पोलीमरेज द्वारा धनात्मक बोध (+ sense) RNA में परिवर्तित हो जाना आवश्यक है, में ऋणात्मक बोध (- sense) RNA जीनोम वाले विषाणुओं में इन्फ्लुएन्जा और ईबोला विषाणु सम्मिलित है।
न्यूरामिनीडेज (Neuraminidase)	:	इन्फ्लुएन्जा विषाणु की सतह पर पाया जाने वाला एक प्रोटीन जिसकी विषाणु को परपोषी कोशिका से बाहर आने और अधिक कोशिकाओं को संक्रमित करने के लिए आवश्यकता होती है। इस प्रोटीन की क्रिया एन्टीवाइरल औषधियों के एक वर्ग द्वारा रोक दी जाती है जिनमें औषधि टेमीफ्लू® सम्मिलित है। इन्फ्लुएन्जा सब टाइप/उपप्रकार का नामकरण करने के लिए प्रयोग की जाने वाली प्रणाली में (उदाहरण के लिए HINI) -N न्यूरामिनिडेज के लिए प्रयोग किया जाता है।
पेप्टाइड (Peptide)	:	सहलग्न ऐमीनोअम्लों की छोटी श्रृंखला। ऐमीनोअम्ल, प्रोटीन की निर्माण इकाईयाँ होती हैं।
फेज उपचार अथवा वाइरल फेज उपचार (Viral phage Therapy)	:	रोगजनी बैक्टीरियल संक्रमण के उपचार के लिए बैक्टीरियोफेज का चिकित्सीय उपयोग।
बहुफलकी (Polyhedron)	:	अनेक समतल फलकों वाली प्रारूपिक रूप से छह फलक की ठोस संरचना।
धनात्मक बोध (+) RNA (Positive sense RNA)	:	वह विषाणु RNA जिसका बेस क्रम mRNA के बेसक्रम के समान होता है जो विषाणु के पुनरावृत्ति करते समय उसका एक टेम्पलेट की तरह कार्य करना संभव बनाता है।
प्रोटीन (Protein)	:	कोशिकाओं और विषाणु के प्रोटीन घटक जो कोशिकाओं में संरचनात्मक और क्रियात्मक भूमिका निभाते हैं।

RNA, राइबोन्यूक्लीक अम्ल (Ribonucleicacid, RNA)	:	एक रासायनिक संरचना जो DNA से संबन्धित है, लेकिन इसमें सिर्फ एक ही तंतुक होता है और रासायनिक संयोजन भी थोड़ा भिन्न होता है। RNA कोशिका में अनेक कार्य करता है और DNA से कोशिका के अन्य भागों में जेनेटिक कोड को ले जाने के लिए संदेशवाहक (messenger) का काम करता है। RNA कुछ विषाणु के लिए आनुवंशिक पदार्थ की भांति भी कार्य करता है।
स्पाइक (Spike)	:	विषाणु के आवरण पर नियमित अन्तरालों पर विभिन्न लंबाईयों के सतह उभार जो पेप्लोमर भी कहलाते हैं। इनमें वाइरल ग्लाइकोप्रोटीन होते हैं।
टुबैको मोजैक विषाणु (Tobacco Mosaic Virus, TMV)	:	ये एक धनात्मक (+) बोध का एकल तंतुक RNA विषाणु है जो विभिन्न प्रकार के पादपों, विशेष रूप से तंबाकू (tobacco) तथा सोलेनेसी कुल के अन्य सदस्यों को संक्रमित करता है।
वाइरिओन (Virion)	:	एक विषाणु कण, जो परपोषी जीव कोशिकाओं पर हमला करके संक्रमण उत्पन्न करता है।
वैक्सीन/टीका (Vaccine)	:	मृत अथवा निर्बलित सूक्ष्मजीवों से निर्मित विरचन जिसे किसी विशेष रोग के लिए प्रतिरोधकता को निर्मित करने अथवा उसे बढ़ाने के लिए लगाया जाता है।
पुटिका/आशय (Vesicles)	:	छोटे, द्रव्य से भरे कोष होते हैं जो आपकी त्वचा पर दिखाई देते हैं।
विषाणु (Virus)	:	एक सूक्ष्मजीवी कण जो आनुवंशिक सामग्री (DNA अथवा RNA) और प्रोटीन का बना होता है जो सिर्फ जीवित कोशिका के भीतर ही पुनरावृत्ति कर सकता है।
विषाणु जैसे कण (Virus like particle)	:	कैप्सिड प्रोटीन की अनेक प्रतियों से मिलकर बने कण जो विषाणु की तरह, प्रतिरक्षा प्रतिक्रिया कर सकते हैं, लेकिन विषाणु के विपरीत संक्रामक नहीं होते हैं, क्योंकि इनमें आनुवंशिक पदार्थ नहीं होता है।

इकाई 2

विषाणु : पुनरावृत्ति

इकाई की रूपरेखा

2.1 प्रस्तावना

उद्देश्य

2.2 पुनरावृत्ति (सामान्य विवरण)

2.3 बैक्टीरियोफेज की पुनरावृति : डीएनए विषाणु (T फेज)

2.4 लयन चक्र

2.5 लयजनक चक्र

2.6 आरएनए विषाणु (TMV) की पुनरावृत्ति

2.7 सारांश

2.8 अंत में कुछ प्रश्न

2.9 उत्तर

शब्दावली

2.1 प्रस्तावना

पिछली इकाई में आपने पढ़ा कि विषाणु अपने आप जनन नहीं कर सकते हैं और वाइरल जीनोम तथा प्रोटीन के संश्लेषण के लिए उन्हें परपोषी कोशिका की मशीनरी की आवश्यकता होती है।

चूंकि विषाणु (वाइरियॉन) **परपोषी के बाहर जनन नहीं कर सकता** है अतः पहले उसे परपोषी कोशिका में प्रवेश करके फिर पुनरावृत्ति/प्रतिकृति (replicate) करनी पड़ती है। विषाणु की पुनरावृत्ति से अनेक संततियां बनती हैं। जब ये संतति परपोषी कोशिका से बाहर निकलती हैं तो ये चक्र को दोहराती हैं एवं अन्य कोशिकाओं को संक्रमित करती हैं और संक्रमण फैलाती हैं। विषाणु के न्यूक्लीक अम्ल (RNA अथवा DNA) में वे जीन होते हैं, जिनकी नए विषाणु के संश्लेषण के लिए आवश्यकता होती है। ये जीन सूचना के वाहक होते हैं और विषाणु के संरचनात्मक घटक जैसे कैप्सिड प्रोटीन और कुछ एन्जाइम जिनकी विषाणु के जीवनचक्र में आवश्यकता होती है, के निर्माण में सहायक होते हैं। कुछ विषाणु एन्जाइम विषाणु DNA/RNA द्वारा एनकोड/कूटसंकेतिक किए जाते हैं, हालांकि इनका संश्लेषण परपोषी कोशिकाओं के भीतर ही किया जा सकता है और ये वहीं क्रियाशील होते हैं। DNA युक्त अपेक्षाकृत बड़े विषाणु जिनमें अधिक जीन होते हैं, में एक या कुछ पूर्व निर्मित एन्जाइम हो सकते हैं, जो सामान्यतः परपोषी कोशिका का बंधन करने अथवा कुछ मामलों में विषाणु जीनोम की पुनरावृत्ति करने में सहायक हो सकते हैं।

विषाणु संक्रमणों को नियंत्रित करने की कुंजी विषाणु के पुनरावृत्ति चक्र के विवरण की समझ पर निर्भर करती है।

इस इकाई में हम विषाणु पुनरावृत्ति की प्रक्रिया में सम्मिलित चरणों जैसे : संलग्नन (attachment)/अधिशोषण (adsorption) वेधन (penetration) तथा अनावरण (uncoating), जैवसंश्लेषण (biosynthesis), सम्मुचयन (assembly) तथा निर्मुक्ति, (release) का अध्ययन करेंगे। हम एक DNA विषाणु (T-फेज) तथा एक RNA विषाणु (TMV) के पुनरावृत्ति चक्र की भी चर्चा करेंगे। साथ ही इस इकाई में विषाणु पुनरावृत्ति के लयजनक (lysogenic) और लयन (lytic) चक्र पर भी अधिक महत्व दिया गया है।

उद्देश्य

इस इकाई को पढ़ने के बाद आप :

❖ विषाणु पुनरावृत्ति के महत्व और उसके विभिन्न तरीकों को जानेंगे;

❖ पुनरावृत्ति के लयजनक और लयन चक्र को समझेंगे और उनके बीच अन्तर कर सकेंगे; तथा

❖ DNA विषाणु (T-फेज) तथा RNA विषाणु (TMV) की पुनरावृत्ति के बीच अन्तर कर पाएंगे।

2.2 पुनरावृत्ति (सामान्य विवरण)

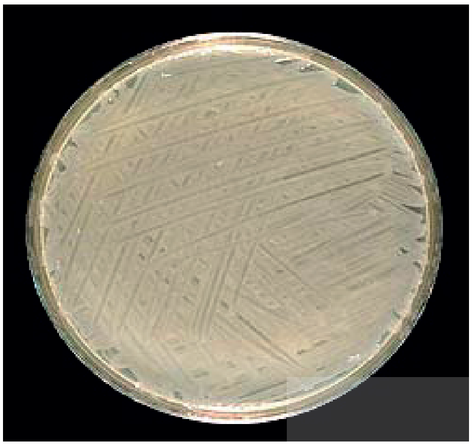
प्रकृति की सबसे विशिष्ट घटनाओं में से एक विषाणु पुनरावृत्ति (replication) की परिघटना है। विषाणु में पुनरावृत्ति की हमारी समझ की नींव जिन दो परीक्षणों ने रखी है, वे निम्न हैं :

- एलिस एवं डेलब्रक परीक्षण
- हर्षी एवं चेज परीक्षण

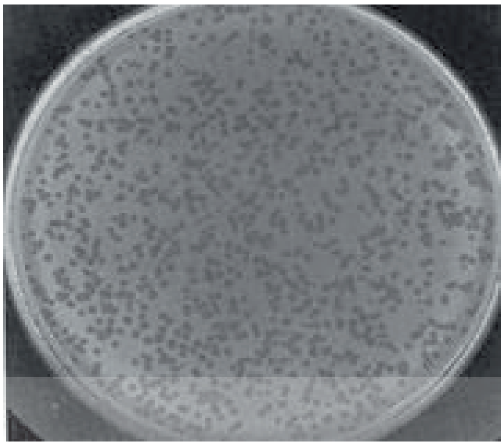
एलिस एवं डेलब्रक परीक्षण

1939 में एल एलिस एवं मैक्स डेलब्रक ने विषाणु पुनरावृत्ति (replication) को प्रदर्शित किया। उनके परीक्षण को एक लहर (single burst) या एक चरण वृद्धि वक्र कहते हैं।

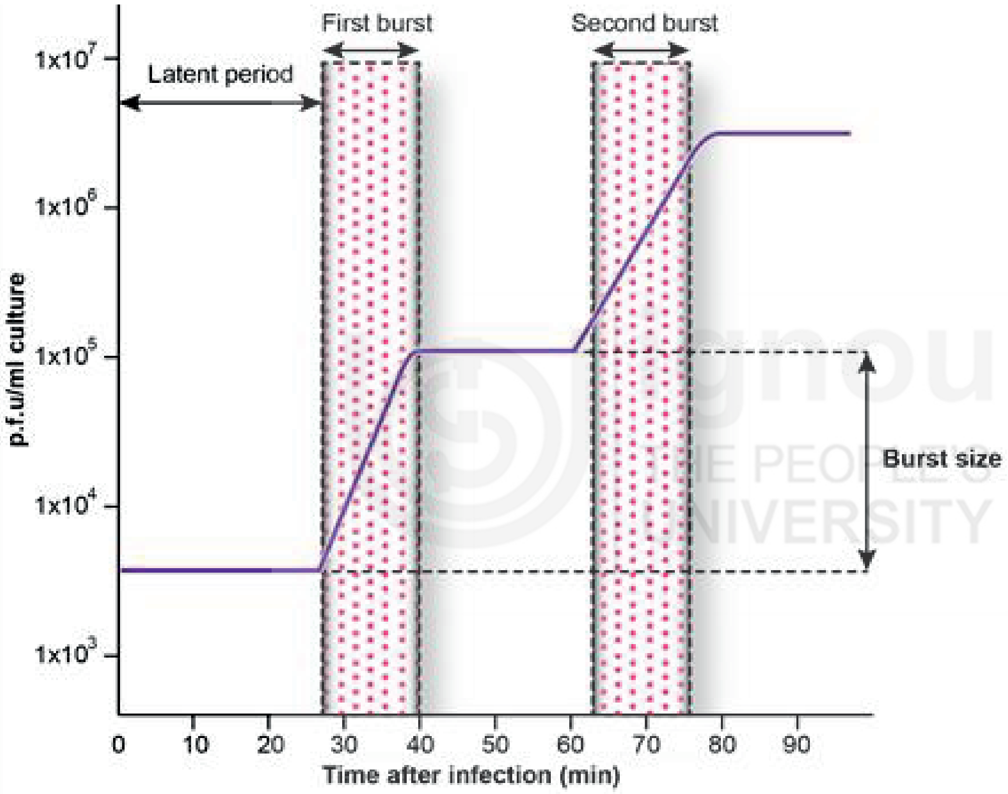
एलिस एवं डेलब्रक ने बैक्टीरियोफेज (बैक्टीरिया वाइरस) को तेजी से वृद्धि करने वाले बैक्टीरिया के संवर्धन में मिला दिया। कुछ मिनट बाद मिश्रित संवर्धन (बैक्टीरिया और वाइरस) को **तनुकृत** कर दिया गया जिससे फेज कणों और बैक्टीरिया के बीच परस्पर क्रिया न्यूनतम हो गई। मिश्रित संवर्धन के नमूने भिन्न समय अन्तरालों पर लिए गए और बैक्टीरिया के लॉन पर आरोपित किए गए (ऐसे बैक्टीरिया जो पेट्री प्लेट में ऐगार की पूरी सतह पर फैल जाते हैं (चित्र 2.1क))। जिससे उन पर फेज कणों की उपस्थिति हो सके। ऊष्मायन (incubation) के बाद बैक्टीरिया के लॉन (पूर्ण परत) पर बैक्टीरिया की कोशिकाओं की एकल परत में 'प्लाक' या 'रंध्र' जैसे छोटे गढ्ढे देखे गए (चित्र 2.1ख)। परीक्षण के आरंभ में, प्लॉक की गिनती पहले घंटे में आरोपित किए गए नमूनों के लिए अपेक्षाकृत स्थिर थी। लेकिन उसके बाद में कुछ ही मिनटों में सौ-गुना बढ़ गई। संक्रमण की पहली प्रावस्था यानि 'गुप्त काल' (latent period) में संक्रमित कोशिकाओं में कोई संतति कण निर्मुक्त नहीं हुए थे। फिर बैक्टीरिया की कोशिकाओं का लयन हुआ, जिससे नए संश्लेषित बैक्टीरियोफेज निर्मुक्त हो गए। प्रति बैक्टीरिया निर्मुक्त होने वाले



(क)



(ख)



(ग)

चित्र 2.1: क) बैक्टीरियल लॉन; ख) **बैक्टीरियल** लॉन में प्लॉक बनाने वाली इकाइयां; **ग) समय के साथ** फेज कण की सान्द्रता में वृद्धि को दर्शाने वाला ग्राफ। सिंगल **बर्स्ट/एकल स्फोट** परीक्षण (एलिस एवं डेलब्रक, 1939)।

बैक्टीरियोफेजों की औसत संख्या को *बर्स्ट साइज़/स्फोट साइज़* कहा गया। समय के साथ फ़ेज कणों की सान्द्रता बढ़ गई (चित्र 2.1ग)।

ये विषाणु पुनरावृत्ति की तीन अनिवार्य प्रावस्थाओं को दर्शाने वाला पहला परीक्षण था :

i) संक्रमण का आरंभन

ii) विषाणु की पुनरावृत्ति और अभिव्यक्ति

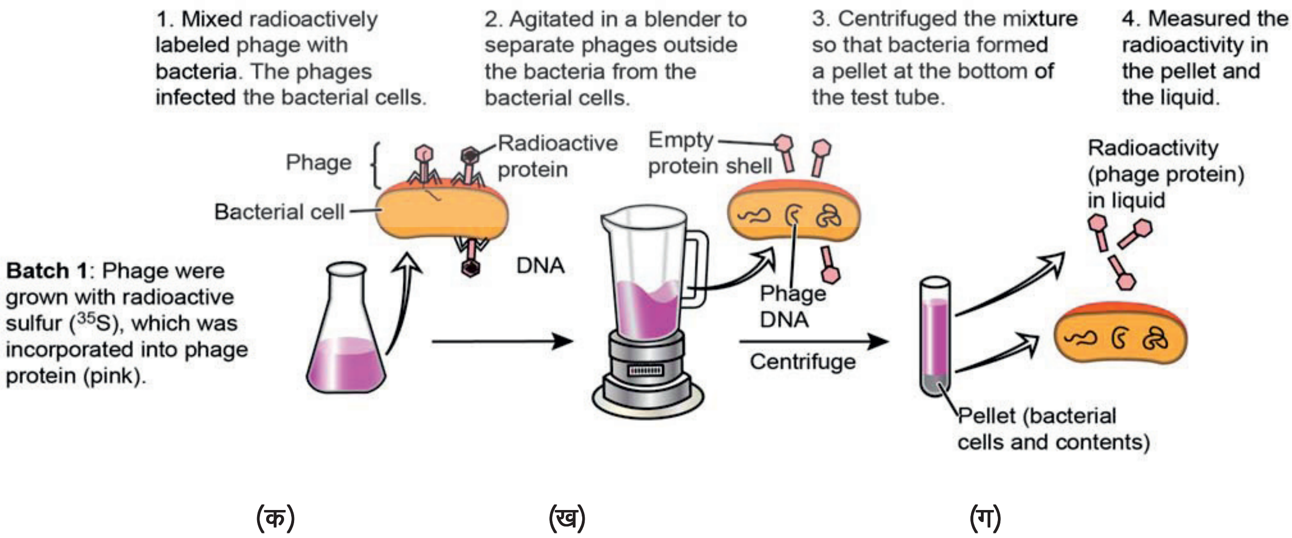
iii) संक्रमित कोशिकाओं से परिपक्व विषाणु की निर्मुक्ति,

हर्षी एवं चेज परीक्षण

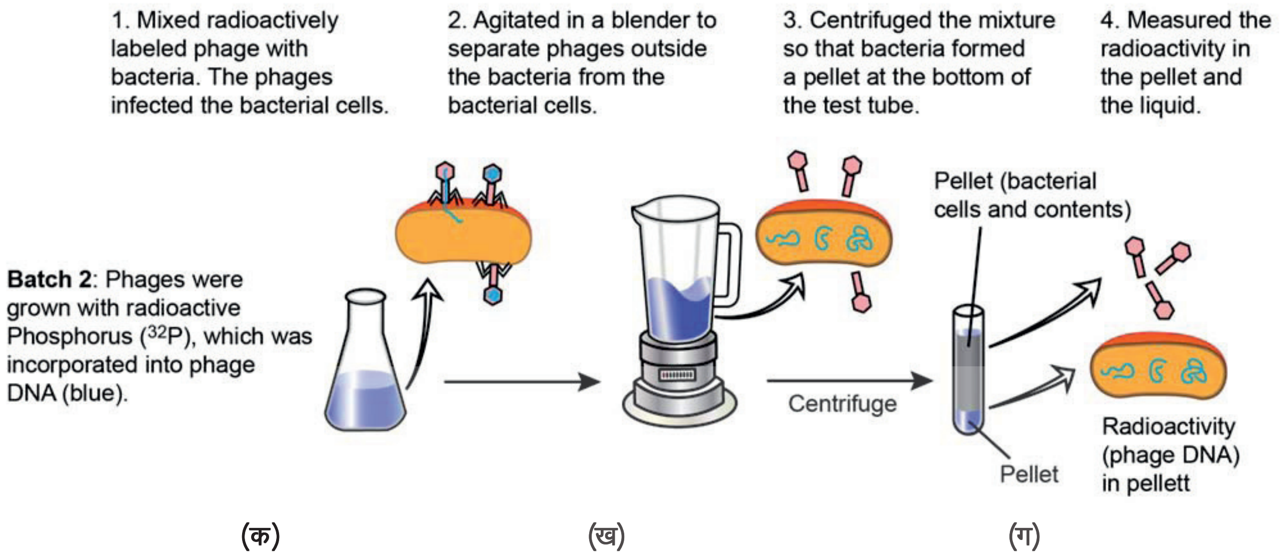
बैक्टीरिया का उपयोग करके विषाणु पुनरावृत्ति पर दूसरा प्रमुख परीक्षण एल्फ्रेड हर्षी एवं मार्था चेज द्वारा 1952 में किया गया था। उन्होंने बैक्टीरियोफेज T2 पर शोध

किया जो *ई. कोलाई* को संक्रमित करता है। बैक्टीरियोफेज T2 में एक बाहरी प्रोटीन आवरण और उसके भीतर DNA होता है। हर्षी और चेज ने सल्फेट रूप में रेडियोएक्टिव S-35 सल्फर युक्त माध्यम में *ई.कोलाई* के संवर्धनों को उगाया। सल्फर ऐमीनो अम्ल सिस्टीन और मैथियोनिन का एक प्रमुख घटक है, जो प्रोटीन आवरण का हिस्सा होते हैं। *ई.कोलाई* के संवर्धन के लिए एक अन्य सेट में फॉस्फेट रूप में रेडियोएक्टिव P-32 फॉस्फोरस युक्त माध्यम तैयार किया (तात्विक फॉस्फोरस DNA अणु में पाई जाती है लेकिन उन 20 ऐमीनो अम्लों में से किसी में भी नहीं पाई जाती है जिससे प्रोटीन का निर्माण होता है)। इस प्रकार हर्षी और चेज के पास *ई.कोलाई* का एक सेट रेडियोएक्टिव S-35 सल्फर का और दूसरा सेट *ई.कोलाई* के साथ रेडियोएक्टिव P-32 फॉस्फोरस का था। इन बैक्टीरियल कोशिकाओं जिनमें रेडियोएक्टिव सल्फर और रेडियोएक्टिव फॉस्फोरस था, को अलग-अलग T2 फेज बैक्टीरियोफेज से संक्रमित किया गया (चित्र 2.2/2.3क)। रेडियोएक्टिव S-35 युक्त माध्यम से सवंर्धित इन *ई.कोलाई* में रेडियोएक्टिव सल्फर परमाणु होते थे जो उनके प्रोटीन आवरण में समावेशित रहते थे। लेकिन इन फेजों का DNA रेडियोएक्टिव नहीं था। दूसरी तरफ, रेडियोएक्टिव फॉस्फोरस (P-32) युक्त माध्यम पर संवर्धित *ई.कोलाई*, में DNA में P-32 समावेशित था।

गैर रेडियोएक्टिव *ई.कोलाई* के नए संवर्धनों को क्रमशः S-35 तथा P-32 बैक्टीरियोफेज T2 से संक्रमित किया गया। संक्रमण पश्चात् कुछ मिनट बाद ही, संक्रमित संवर्धन को अपकेन्द्रित (सेन्ट्रीफ्यूज) कर दिया गया जिससे विषाणु आवरण अलग हो जाए (चित्र 2.2ख, 2.3ख)। P-32 (रेडियोएक्टिव) युक्त बैक्टीरियोफेज T2 से संक्रमित गैर रेडियोएक्टिव बैक्टीरिया, रेडियोएक्टिव हो गए और बैक्टीरियोफेज T2 की अगली पीढ़ी में भी काफी रेडिएक्टिविटी चली गई (चित्र 2.3ग)। जबकि, S-35 से चिन्हित बैक्टीरियोफेज T2 से संक्रमित गैर रेडियोएक्टिव बैक्टीरिया में संक्रमित कोशिकाओं में प्रयोगात्मक रूप से कोई रेडियोएक्टिविटी नहीं पाई गई (क्योंकि विषाणु आवरण को अपकेन्द्रीकरण के काल में निकाल दिया गया था (चित्र. 2.2ग)।



चित्र 2.2: हर्षी एवं चेज का परीक्षण जहाँ फेजों को रेडियोएक्टिव *S*-35 के साथ उगाया गया था।



चित्र 2.3: हर्षी एवं चेज परीक्षण जिसमें फेजों को रेडियोएक्टिव P-32 के साथ संवर्धित किया गया था।

इन परीक्षणों से उन्होंने निष्कर्ष निकाला कि बैक्टीरियोफेज T2 का DNA घटक जीवाणु की कोशिकाओं में अंतक्षेपित हुआ था जबकि प्रोटीन घटक बाहर रहा था और ये कि DNA T2 बैक्टीरियोफेज का आनुवंशिक पदार्थ है।

उपर्युक्त परीक्षण विषाणु की पुनरावृत्ति को समझने के लिए महत्वपूर्ण थे।

विषाणु की प्रतिकृति

विषाणु प्रोटीन के संश्लेषण और DNA/RNA की पुनरावृत्ति के लिए विषाणु परपोषी कोशिका की जीवन प्रक्रियाओं का उपयोग करते हैं। विषाणु की पुनरावृत्ति से परपोषी कोशिका में जैवरासायनिक और संरचनात्मक परिवर्तन होते हैं जो या तो कोशिका के कार्य में परिवर्तन कर देते हैं अथवा उसे नष्ट कर देते हैं। जब हमें सर्दी जुकाम होता है, तब हम सामान्य सर्दी के विषाणु से संक्रमित होते हैं जिसे राइनोवाइरस कहते हैं। हमारी कुछ कोशिकाएं लयन (फट जाने) द्वारा अथवा एपोप्टोसिस (योजनाबद्ध कोशिका मृत्यु अथवा कोशिका आत्मधात) द्वारा मर जाती है जिससे सभी संतति विषाणु एक साथ निर्मुक्त हो जाते हैं। विषाणु संक्रमण के कुछ मामलों में, जैसे HIV (ह्यूमन इम्युनोडेफिशिएन्सी वाइरस), में विषाणु प्रतिरक्षा तंत्र की संक्रमित कोशिकाओं को मुकुलन की प्रक्रिया द्वारा छोड़ देते हैं, जिसमें कोशिका का लयन नहीं होता है और वह तत्काल मरती नहीं है। यद्यपि, कोशिका को हुई, क्षति उसे सामान्य रूप से कार्य नहीं करने देती है, भले ही कोशिकाएं कुछ समय तक जीवित रहती हैं।

विषाणु पुनरावृत्ति के चरण

विषाणु पुनरावृत्ति (virus replication) को व्यापक रूप से पांच चरणों में विभाजित किया जा सकता है, जो निम्न हैं :

1) संलग्नन/अधिशोषण (Attachment/Adsorption)

2) वेधन और आवरण उतरना (Penetration and uncoating)

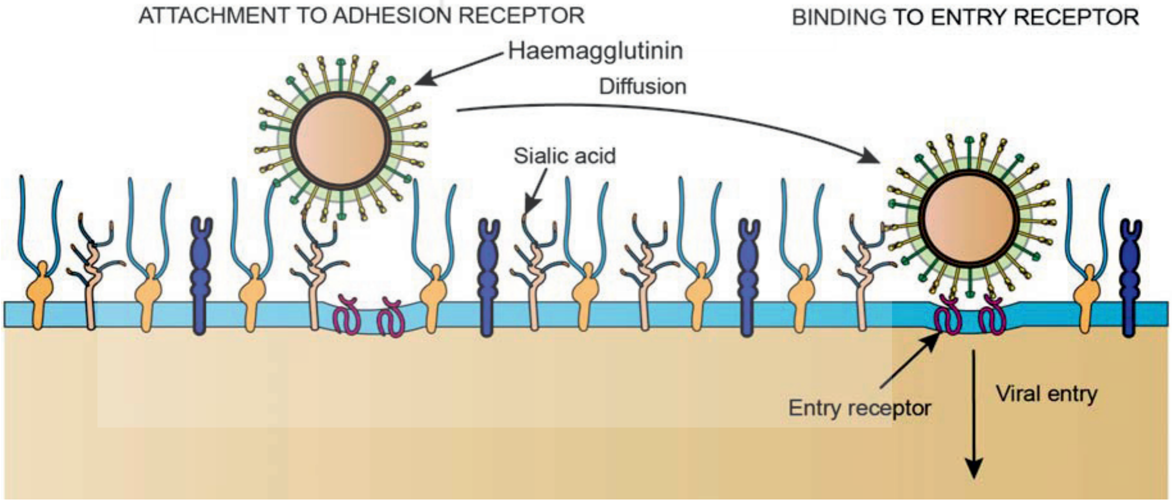
3) जैवसंश्लेषण (Biosynthesis)

4) सम्मुचयन (Assembly)

5) निर्मुक्ति (Release)

1. संलग्नन/अधिशोषण

चूंकि विषाणु **अविकल्पी परजीवी** होते हैं अतः इन्हें परपोषी कोशिका में प्रवेश करने की आवश्यकता होती है। परपोषी कोशिका में प्रवेश करने के लिए विषाणु को पहले परपोषी कोशिका के संपर्क में आना पड़ता है और फिर अवरोध यानी जंतु कोशिकाओं में कोशिकाकला तथा पादप कोशिका में कोशिका भित्ति को वेधना/तोड़ना होता है। विषाणु अत्यधिक विशिष्ट होते हैं और किसी जीव विशेष की विशेष कोशिका पर ही हमला करते हैं यानी कि विषाणु सिर्फ निश्चित जीन अथवा ऊतक को ही प्रभावित कर सकते हैं। उदाहरण के लिए HIV विषाणु मनुष्यों की प्रतिरक्षी कोशिकाओं को और पोलियो विषाणु तंत्रिका कोशिकाओं को ही संक्रमित कर सकते हैं। हिपेटाइटिस B विषाणु (HBV) लिवर (यकृत) की कोशिकाओं पर आक्रमण करता है। पादप विषाणु किसी जंतु कोशिका को और जंतु विषाणु किसी पादप कोशिका को प्रभावित नहीं करते हैं। विषाणु की विशिष्टता विषाणु सतह प्रोटीन की परपोषी कोशिका की सतह के प्रोटीन से बंधुता/आकर्षण के कारण होती है (ठीक उसी प्रकार जैसे एन्जाइम और सबस्ट्रेट की ताला-कुंजी क्रियाविधि होती है)। आप पहले ही अनुभाग 1.3.4 में पढ़ चुके हैं कि विषाणु कण के प्रोटीन आवरण में नग्न अथवा आवरित विषाणु पर स्पाइक युक्त कैप्सिड होते हैं जो परपोषी कला के साथ संलग्नन में सहायता करते हैं।
बैक्टीरियोफेज और जंतु विषाणु जीवाणु अथवा जंतु कोशिका की सतह पर कोशिकीय ग्राहियों के साथ बद्ध हो जाते हैं। विषाणु ग्राही परस्परक्रिया का भली प्रकार अध्ययन किया गया एक उदाहरण इन्फ्लुएन्जा विषाणु का है। हीमाग्लूटिनिन प्रोटीन इन्फ्लुएन्जा विषाणु की सतह पर ग्लाइकोप्रोटीन स्पाइक बनाता है। ये स्पाइक परपोषी कोशिका सतह के ग्लाइकोप्रोटीन के सिएलिक अम्ल समूहों के साथ बद्ध हो जाता है (चित्र 2.4)।



चित्र 2.4: जंतु कोशिका में विषाणु (वाइरस) का प्रवेश।

पादप विषाणु का पादप कोशिकाओं में प्रवेश कठिन होता है। क्योंकि पादपों की बाहरी परत मोम और पेक्टिन की सुरक्षात्मक परत की बनी होती है और प्रत्येक कोशिका सेलुलोस की मोटी भित्ति से घिरी रहती है। अभी तक ऐसा कोई पादप विषाणु नहीं पाया गया है जो पादप कोशिका में ग्राहियों (receptors) की सहायता से प्रवेश करता है। पादप विषाणु परपोषी कोशिका में प्रवेश के लिए कोशिका भित्ति की अखंडता को खंडित करने पर भरोसा करते हैं।

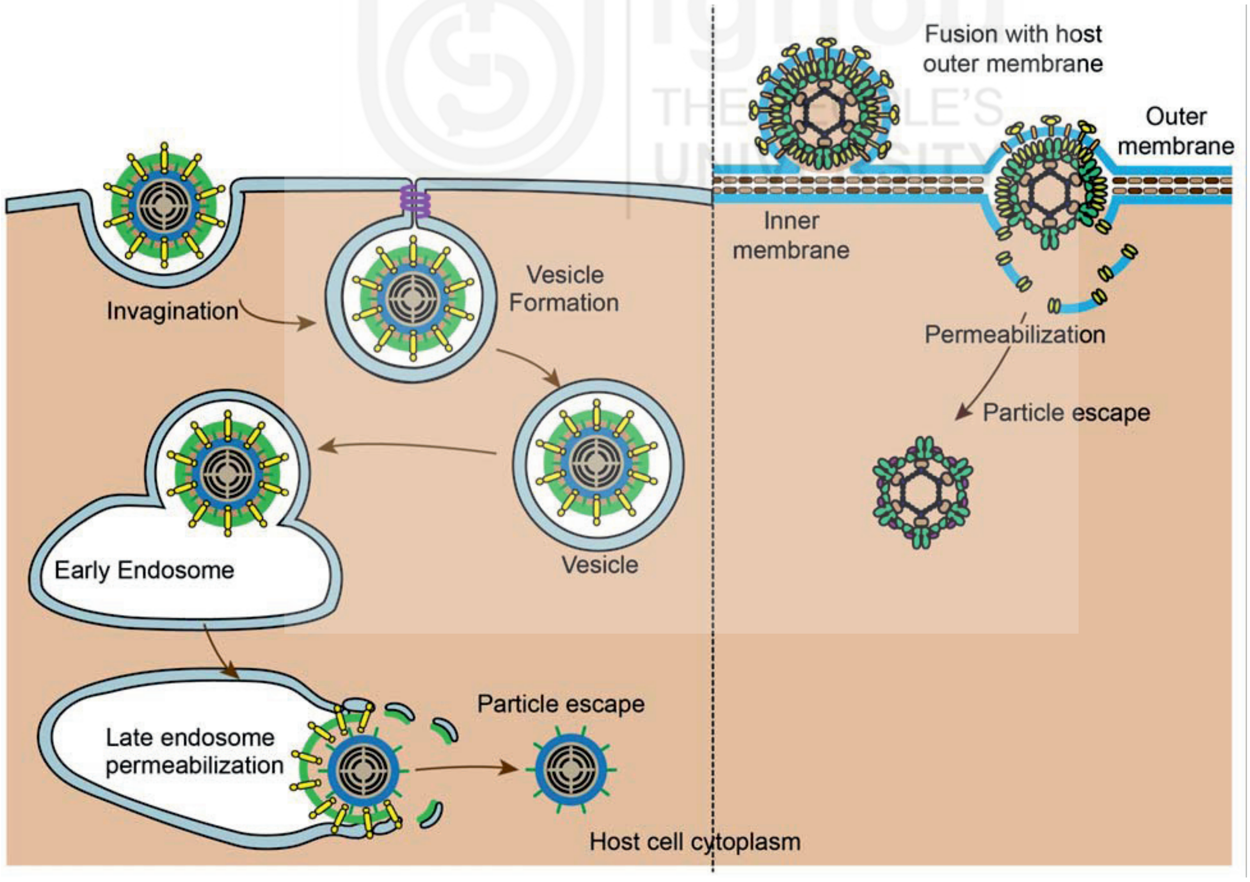
2. वेधन तथा आवरण अलग करना

वेधन

जब विषाणु कोशिकाकला से संबद्ध हो जाता है तो यह परपोषी कोशिका को या तो एन्डोसाइटोसिस (endocytosis) द्वारा अथवा विषाणु आ

वरण के युग्मन द्वारा वेधता है।

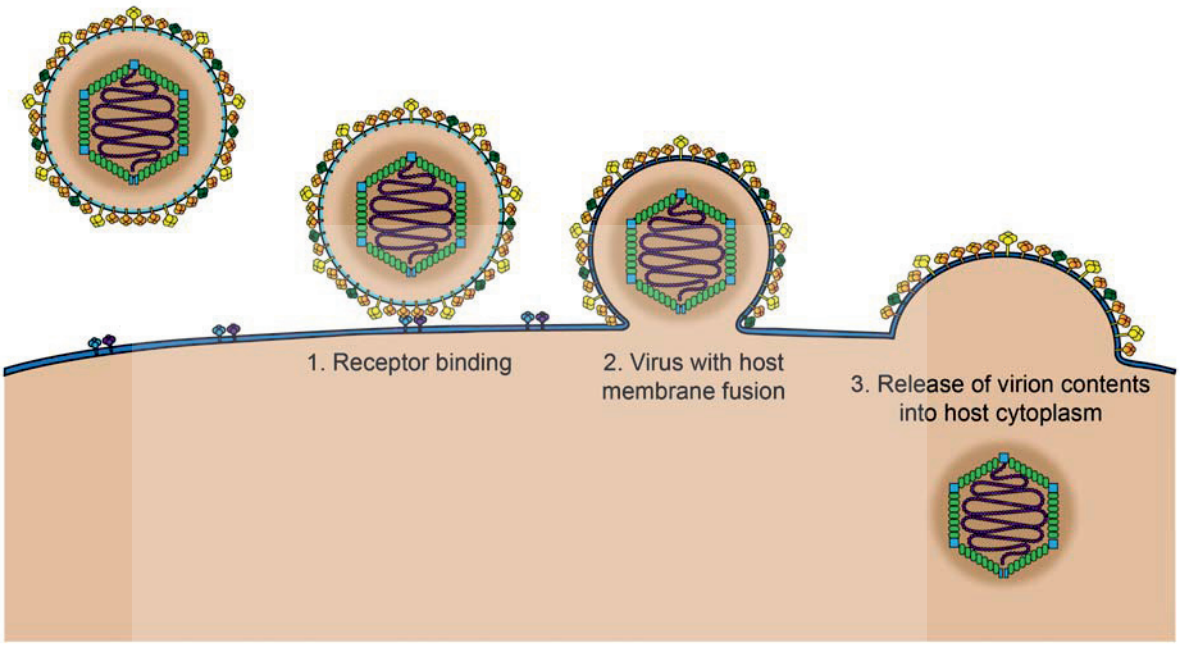
i) एन्डोसाइटोसिस (एन्डो (अंदर/भीतर) + साइटोसिस (कोशिका के संदर्भ में या कोशिकता), में किसी सजीव कोशिका द्वारा अपनी कला के अंतर्वलन (invagination) द्वारा पदार्थ को अंदर ग्रहण किया जाता है। यह कोशिका में विषाणु के प्रवेश की संभवतः सबसे सरल क्रियाविधि है। आवरित अथवा अनावरित विषाणु परपोषी कोशिका की सतह पर ग्राही पर अधिशोषित हो जाते हैं और एन्डोसाइटोसिस की प्रक्रिया द्वारा कोशिका के भीतर प्रवेश कर जाते हैं। इस प्रक्रिया में परपोषी कोशिका की जीवद्रव्य कला (plasma membrane) पूरे अनावरित वाइरिऑन कण को घेर कर एक रिक्तिका/आशय बना लेती है, जो कोशिकाद्रव्य (cytoplasm) में प्रवेश कर जाता है। आवरित विषाणु में, आवरण धानी की कला से युग्मित हो जाता है। फिर विषाणु आशय/रिक्तिका की कला को गलाकर विदीर्ण कर देता है जिससे न्यूक्लीओकैप्सिड कोशिकाद्रव्य में निर्मुक्त हो जाते हैं (चित्र 2.5)।



चित्र 2.5: विषाणु (वाइरस) द्वारा एन्डोसाइटोसिस द्वारा परपोषी की कोशिका कला का वेधन।

ii) **विषाणु आवरण का युग्मनः** अनेक विषाणु अपने आवरण को कोशिका की जीवद्रव्य कला से बगैर एन्डोसाइटोसिस के सीधे अन्दर प्रवेश पाकर युग्मित होने में सक्षम होते हैं। परपोषी कोशिका के ग्राही पर संबद्ध होने के बाद, वाइरियॉन का

आवरण परपोषी कोशिका की सतह पर अधिशोषित हो जाता है और उसकी जीवद्रव्य कला से युग्मित हो जाता है फिर न्यूक्लीकैप्सिड कोशिका के कोशिका द्रव्य में निर्मुक्त हो जाता है (चित्र 2.6)।



चित्र 2.6: परपोषी की कोशिका कला और विषाणु कोशिका आवरण के युग्मन द्वारा परपोषी कोशिका में विषाणु का वेधन।

आवरण अलग करना (Uncoating)

जब न्यूक्लीओकैप्सिड परपोषी कोशिका के कोशिकाद्रव्य में प्रवेश कर जाता है, तो पुनरावृत्ति के लिए वाइरल जीनोम का प्रोटीन आवरण से अलग होना आवश्यक होता है। वाइरल जीनोम की निर्मुक्ति की यह प्रक्रिया आवरण अलग करना कहलाती है। अधिकांश विषाणु में, प्रोटीनलयी एन्जाइम (वे एन्जाइम जो प्रोटीन का विखंडन कर देते हैं) कैप्सिड को पचाकर आवरण को अलग करते हैं। आवरण अलग करने के लिए उपयोग किये जाने वाले प्रोटीनलयी एन्जाइम या तो वाइरल जीनोम द्वारा अथवा परपोषी कोशिकाओं से कोडित या कूटित होते हैं। कुछ विषाणु जैसे पिकोर्ना विषाणु में आवरण हटाने की प्रक्रिया नहीं होती है। पिकोर्ना विषाणु परपोषी कोशिका को एन्डोसाइटोसिस द्वारा वेधते हैं। ये अंतःकोशिकी आशय में उपस्थित कला रंध्र से अपने न्यूक्लीक अम्ल को सीधे परपोषी के कोशिकाद्रव्य में निर्मुक्त कर देते हैं। आवरण हटने के बाद विषाणु का निर्मुक्त न्यूक्लीक अम्ल परपोषी कोशिका की उपापचयी क्रियाविधि को नियंत्रण में ले लेता है।

3. जैव संश्लेषण

परपोषी के कोशिका द्रव्य में प्रवेश करने के बाद परपोषी की कोशिकीय मशीनरी की सहायता से वाइरल जीनोम और वाइरल प्रोटीन का संश्लेषण आरंभ हो जाता है। परपोषी कोशिकाओं के एन्जाइम का प्रयोग वाइरल जीनोम के संश्लेषण के लिए और परपोषी कोशिका के राइबोसोम तथा ट्रांस्लेशन/स्थानांतरण मशीनरी का प्रयोग प्रोटीन संश्लेषण के लिए होने लगता है। किसी भी विषाणु की पुनरावृत्ति की कार्यनीति उसके आनुवंशिक पदार्थ की प्रकृति पर निर्भर करती है। हमने पिछली इकाई में पढ़ा था कि विषाणुओं को उनके आनुवंशिक पदार्थ के आधार पर सात समूहों में बांटा जा सकता है (बाल्टीमोर का वर्गीकरण)।

DNA विषाणु

सामान्यतः DNA विषाणु का जीनोम DNA परपोषी कोशिका के केन्द्रक में पुनरावृत्ति करता है। DNA विषाणु पहले परपोषी कोशिका के केन्द्रक में प्रवेश करता है, जिससे वह पुनरावृत्ति करके दो संतति तंतुक (daughter strands) बना सके। विषाणु में DNA संश्लेषण की केन्द्रीय क्रियाविधि किसी भी कोशिका में DNA संश्लेषण की क्रियाविधि के समान ही होती है।

जब एक DNA अणु दो संतति तंतुक संश्लेषित कर लेता है, तो DNA पुनरावृत्ति की प्रक्रिया पूरी हो जाती है। नए DNA तंतुक के संश्लेषण के लिए एक टेम्पलेट की और एक एन्जाइम की आवश्यकता होती है जो एक परपोषी कोशिका का एन्जाइम DNA निर्भर DNA पोलीमरेस अथवा DNA पोलीमरेस होता है। DNA पोलीमरेस DNA का एक टेम्पलेट के रूप में और न्यूक्लीओटाइडो का DNA के नए तंतुक बनाने के लिए उपयोग करता है। कैप्सिड तथा अन्य विषाणु प्रोटीन का संश्लेषण परपोषी कोशिका के कोशिकाद्रव्य में होता है। ये प्रोटीन केन्द्रक में चले जाते हैं जहाँ ये नए बने वाइरल DNA के साथ जुड़कर न्यूक्लीओकैप्सिड बनाते हैं फिर न्यूक्लीओकैप्सिड को केन्द्रक से एन्डोप्लैस्मिक रेटीकुलम से होकर निर्मुक्त करने के लिए ले जाया जाता है। पॉक्स विषाणु एक अपवाद है क्योंकि इसके सारे घटकों का संश्लेषण परपोषी कोशिका के कोशिकाद्रव्य में होता है।

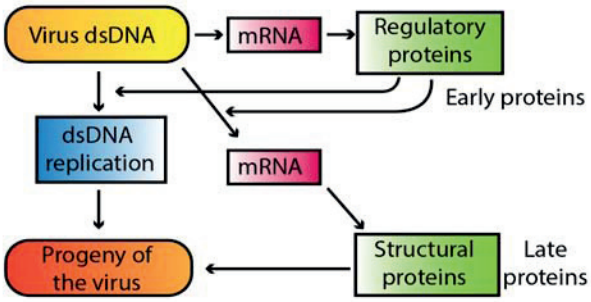
RNA विषाणु

RNA विषाणु की पुनरावृत्ति परपोषी के कोशिकाद्रव्य में होती है और इसमें mRNA तथा वाइरल RNA अणुओं का निर्माण सम्मिलित होता है। एन्जाइम RNA निर्भर RNA पोलीमरेस की आवश्यकता नए RNA के संश्लेषण के लिए होती है। RNA निर्भर RNA पोलीमरेस संक्रमित परपोषी कोशिका में नहीं पाए जाते हैं, अतः विषाणु द्वारा एनकोड/कूट संकेतिक या कूटित किए जाते हैं और या तो संक्रमण के समय कोशिका में स्थानान्तरित कर दिए जाते हैं अथवा संक्रमण आरंभ होने के बाद बहुत जल्दी संश्लेषित कर लिए जाते हैं। अक्सर, RNA पुनरावृत्ति में सम्मिलित, पोलीमरेस को 'रेप्लीकेस' भी कहा जाता है जिससे उन्हें लिप्यंकन/ट्रांस्क्रिप्शन में सम्मिलित पोलीमरेस से विभेदित किया जा सके। यद्यपि दोनों प्रक्रियाएं एक ही एन्जाइम द्वारा होती हैं जो संक्रमण चक्र के भिन्न कालों में भिन्न संश्लेषी क्रियाविधियां प्रदर्शित करते हैं।

आनुवंशिक पदार्थ के जैवसंश्लेषण का अध्ययन करने के लिए तीन प्रतिनिधि उदाहरण एक DNA विषाणु, एक RNA विषाणु और एक ऐसे RNA विषाणु को प्रदर्शित किया जा रहा है जो रिवर्स ट्रांसक्रिप्टेस की सहायता से पुनरावर्ती करता है।

वर्ग I द्वितंतुक (ds) DNA विषाणु (जिसमें DNA का द्वितंतुक होता है उदाहरण एडीनोवाइरस; हर्पीजवाइरस, पॉक्सवाइरस, आदि)

केन्द्रक में द्वितंतुक DNA विषाणु (ds) के DNA का प्रयोग दो कार्यों के लिए किया जाता है एक पुनरावृत्ति के लिए टेम्पलेट के रूप में और दूसरे ट्रांसक्रिप्शन/अनुलेखन अर्थात mRNA के लिए टेम्पलेट के रूप में (चित्र 2.7)। विषाणु के कोशिका में प्रवेश पर बनने वाला mRNA 'आरंभिक' mRNA कहलाता है। इन आरंभिक mRNA अणुओं का उपयोग प्रोटीन (ट्रांसलेशन/स्थानांतरण) के संश्लेषण के लिए टेम्पलेट के रूप में किया जाता है। ये प्रोटीन परपोषी कोशिका की मशीनरी पर कब्जा करने या नियंत्रण में लेने में विषाणु की सहायता करते हैं। द्वितंतुक DNA परपोषी कोशिका के DNA पोलीमरेस का उपयोग करके पुनरावृत्ति करता है। DNA पुनरावृत्ति हो जाने के बाद अनेक नए बने संतति विषाणु DNA हो जाते हैं जो अब mRNA संश्लेषण के लिए टेम्पलेट के रूप में उपलब्ध रहते हैं।

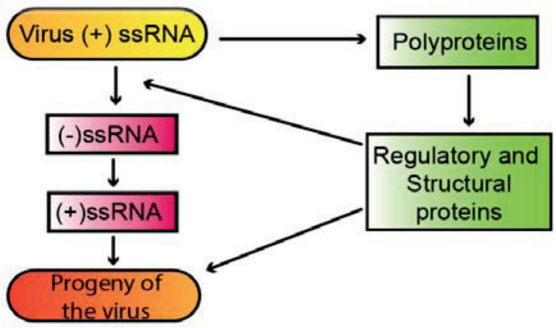


चित्र 2.7: वर्ग I विषाणुओं में द्वितंतुक (ds) DNA की पुनरावृत्ति।

विषाणु के DNA की पुनरावृत्ति के बाद बनने वाले mRNAs 'विलंबित mRNAs' (Late mRNAs) कहलाते हैं। ये 'विलंबित' mRNAs फिर संरचनात्मक प्रोटीन बनाने के लिए स्थानांतरित हो जाते हैं। इन संरचनात्मक प्रोटीन का उपयोग द्वितंतुक DNA को आवरित करने के लिए किया जाता है। पुनरावृत्ति के बाद नया ds DNA फिर प्रोटीन कैप्सूल के अंदर बंद हो जाता है। प्रोटीन कैप्सूल फिर पुनरावृत्ति किए गए नए ds DNA के साथ कोशिकाद्रव्य में चला जाता है जिससे परपोषी कोशिका से निर्मुक्त हो सके।

वर्ग IV में mRNA जैसे धनात्मक बोध के ssRNA जीनोम वाले विषाणु होते हैं जिन्हें स्थानांतरित किया जा सकता है (उदाहरण पिकोर्नावाइरस; टोगावाइरस आदि)।

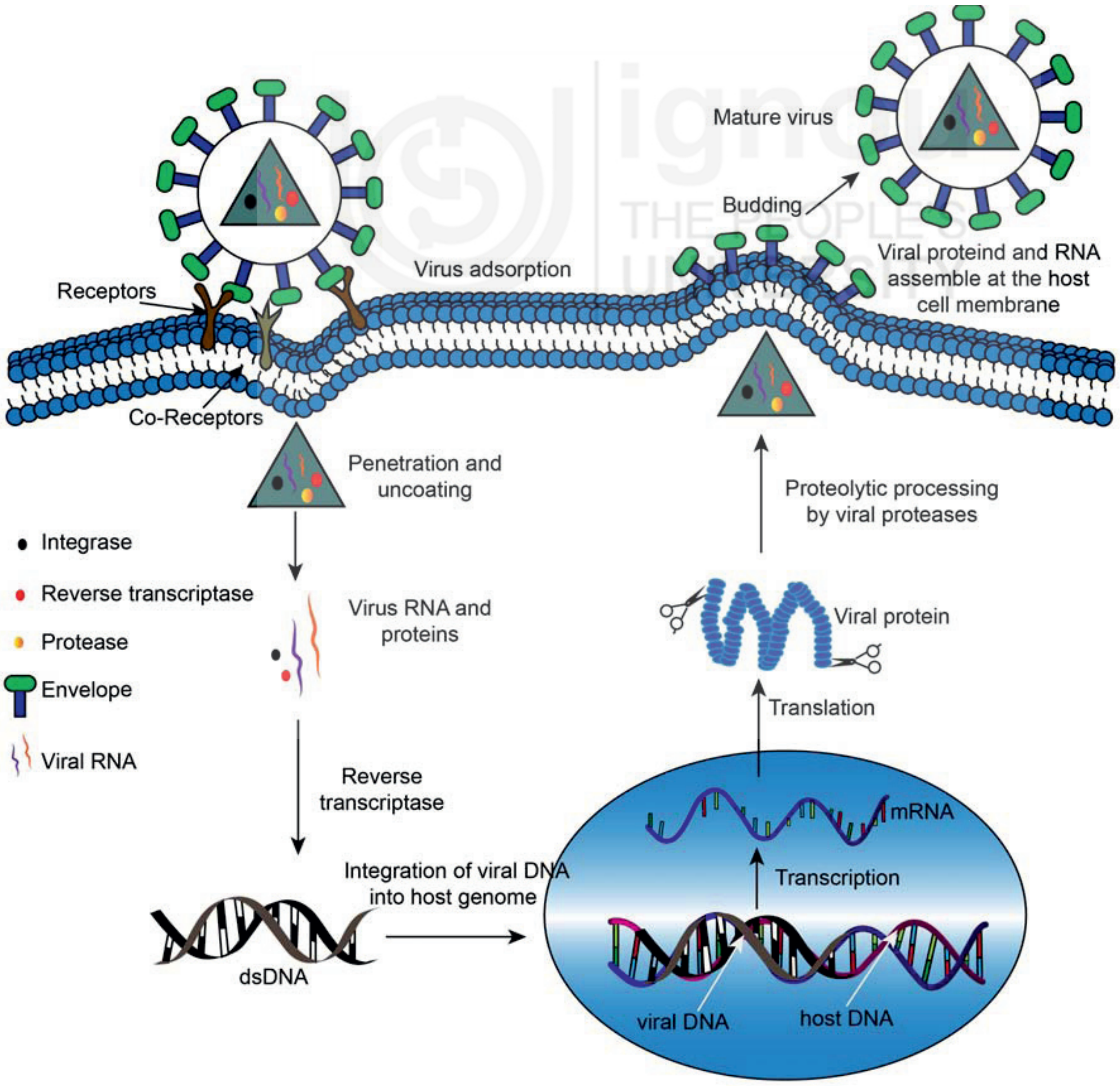
धनात्मक (+) तंतु RNA की विषाणु पुनरावृत्ति के पहले चरण में विषाणु RNA, mRNA की भांति कार्य करता है। यह विषाणु RNA परपोषी कोशिका के राइबोसोम से बद्ध होकर आरंभिक प्रोटीन में स्थानांतरित/ट्रांसलेट हो जाता है। संश्लेषित की गई एक आरंभिक प्रोटीन वाइरल रेप्लीकेस अथवा RNA निर्भर RNA पोलीमरेस है। वाइरल रेप्लीकेस और अधिक RNA बनाने के लिए RNA का उपयोग टेम्पलेट के रूप में करते हैं। धनात्मक (+) तंतु RNA पूरक पूरी लंबाई के (–) तंतु RNAs के संश्लेषण के लिए टेम्पलेट की भांति कार्य करता है। धनात्मक (+) तंतु RNA और पूरक (–) तंतु RNA एक साथ मिलकर एक द्वितंतुक RNA पुनरावृत्ति कॉम्प्लैक्स बनाते हैं। नए बने श्रृणात्मक बोध RNA का प्रयोग धनात्मक (+) तंतु RNA के टेम्पलेट की तरह होता है और फिर mRNA के रूप में संरचनात्मक प्रोटीन बनाने के लिए किया जाता है (चित्र 2.8)।



चित्र 2.8: एकल तंतुक (ss) RNA की वर्ग IV विषाणु में पुनरावृत्ति।

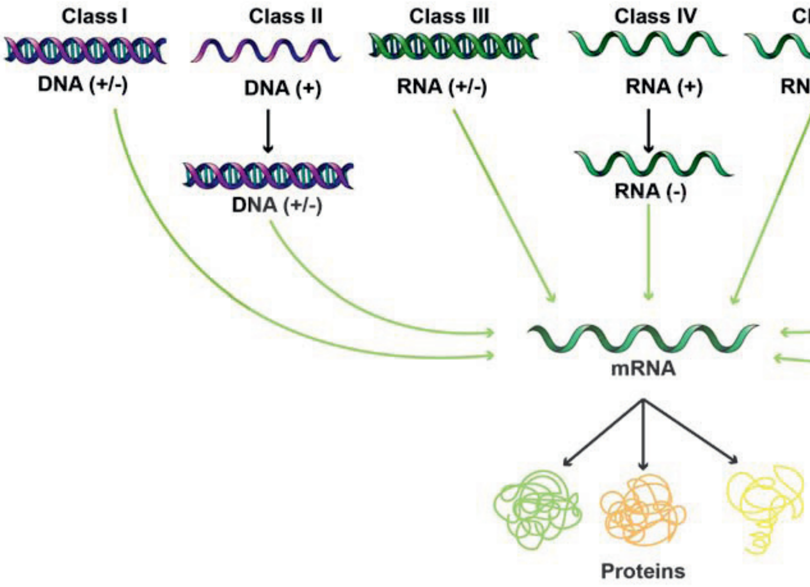
वर्ग VI में वे विषाणु हैं जिनमें ss RNA जीनोम होता है जो रिवर्स ट्रांसक्रिप्टेस एन्जाइम की सहायता से ds DNA में परिवर्तित हो जाता है और फिर mRNA बनाता है (उदाहरण रेट्रोवाइरस)।

रेट्रोवाइरस की पुनरावृत्ति का एक महत्वपूर्ण तत्व एक एन्जाइम रिवर्स ट्रांसक्रिप्टेस (RT) है। कोशिका को संक्रमित करने के बाद, विषाणु रिवर्स ट्रांसक्रिप्टेस का उपयोग करके वाइरल RNA से वाइरल DNA का संश्लेषण करता है। वह प्रक्रिया जिसके द्वारा किसी RNA टेम्पलेट से DNA को कॉपी किया जाता है, वह रिवर्स ट्रांसक्रिप्शन (व्युत्क्रम लिप्यंकन) कहलाती है। विषाणु जीनोम का RNA, DNA की कॉपी (प्रतिकृति) के उत्पादन में टेम्पलेट का काम करता है। इसका उत्पादन एक RNA, निर्भर DNA पोलीमरेस (रिवर्स ट्रांसक्रिप्टेस) द्वारा किया जाता है जो विषाणु का भाग होता है और विषाणु के साथ ही परपोषी कोशिका में प्रवेश कर जाता है। द्वितंतुक DNA फिर केन्द्रक में चला जाता है और परपोषी कोशिका के जीनोम में समावेशित हो जाता है। समावेशित DNA या तो शांत रहता है अथवा RNA में अनुलेखित हो जाता है। अनुलेखित RNA पूर्ण लंबाई का अथवा छोटा RNA हो सकता है। छोटे RNAs सहायक तथा संरचनात्मक प्रोटीन के संश्लेषण में टेम्पलेट का काम करते हैं। पूर्ण लंबाई के RNA ट्रांसक्रिप्ट वाइरियॉन बनाने के लिए पैक कर दिए जाते हैं (चित्र 2.9)।



चित्र 2.9: वर्ग VI विषाणु में एकलतंतुक (ss) RNA की पुनरावृत्ति।

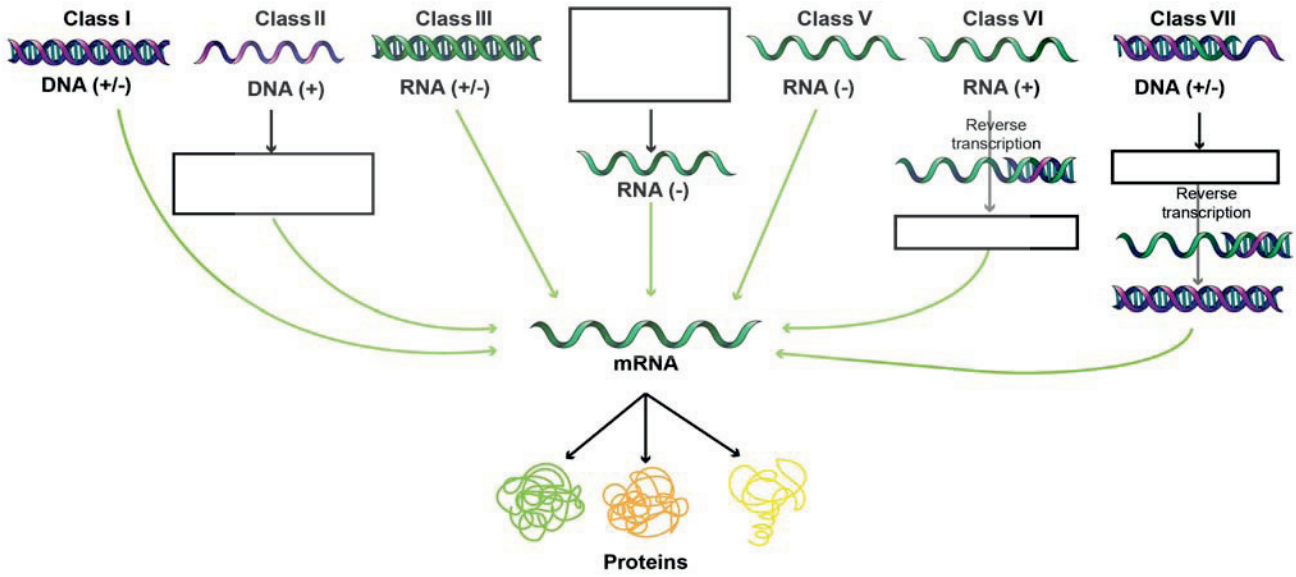
विभिन्न विषाणुओं की पुनरावृत्ति की प्रक्रिया भिन्न होती है। यह विषाणु में उपस्थित आनुवंशिक पदार्थ पर आधारित होती है। चित्र 2.10 में विषाणु द्वारा अपनायी जाने वाली विभिन्न कार्यनीतियों के विषय में संक्षेप में बताया गया है (बाल्टीमोर वर्गीकरण)।



चित्र 2.10: विषाणु (बाल्टीमोर वर्गीकरण) की पुनरावृत्ति (रेप्लीकेशन) **की उनके आनुवंशिक पदार्थ के आधार पर कार्यनीति उसके आनुवंशिक पदार्थ की प्रकृति पर निर्भर करती है।**

बोध प्रश्न 1

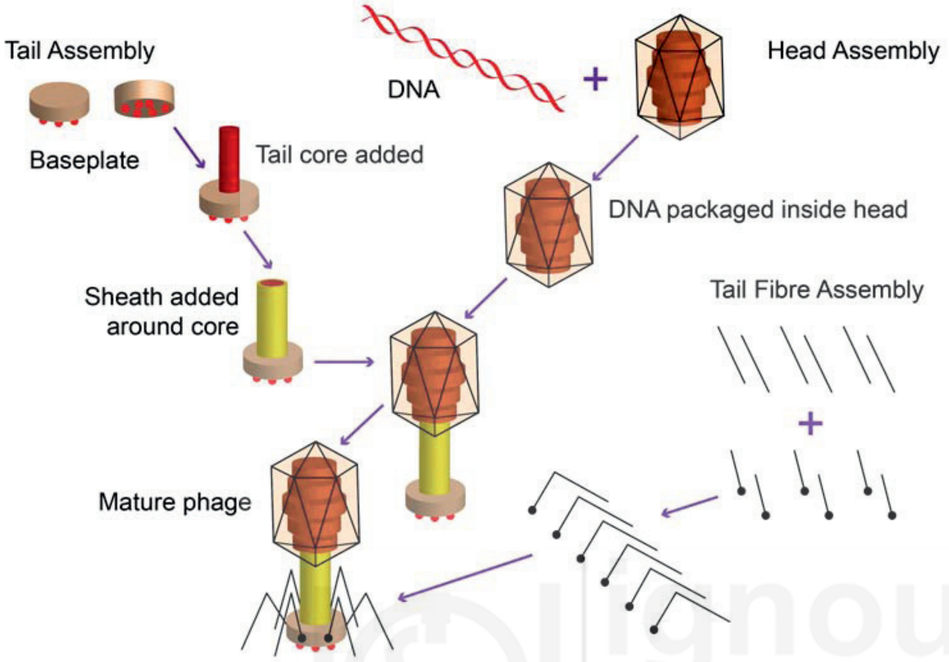
निम्न तालिका को पूरा कीजिए :



4. परिपक्वन और सम्मुचयन

परिपक्वन के काल में विषाणु के घटकों का समुच्चयन (एसेम्बली) परपोषी कोशिका के कोशिकाद्रव्य में होता है। समुच्चयन की प्रक्रिया में किसी स्थान विशेष पर परिपक्व

विषाणु के निर्माण के लिए आवश्यक सभी घटकों (विषाणु एनकोडित प्रोटीन तथा न्यूक्लीक अम्ल जो परपोषी कोशिका में संश्लेषित होते हैं) का संग्रहण सम्मिलित है (चित्र 2.11)। कुछ विषाणु के लिए केन्द्रक में समुच्चयन के समय एक अन्य पहलू यह होता है कि कोशिकाद्रव्य में संश्लेषित प्रोटीन केन्द्रक स्थान तक पहुँच जाएं।



चित्र 2.11: T4 फेज सम्मुचयन (सरलीकृत योजना)।

विषाणु का सम्मुचयन मुख्य रूप से तीन क्रियाविधियों द्वारा होता है :

i) स्व-सम्मुचयन (self assembly) की प्रक्रिया में विभिन्न घटक स्वतः जुड़ जाते हैं।

ii) कुछ विषाणु में पहले विशिष्ट विषाणु-कूटित प्रोटीन, जोकि विषाणु संरचना का हिस्सा नहीं होते हैं, उन्हें निकाल दिया जाता है फिर उसके बाद सम्मुचयन होता है।

iii) विषाणु कणों को प्रीकर्सर प्रोटीन से (जो प्रो प्रोटीन अथवा प्रोपेप्टाइड होते हैं), किसी निष्क्रिय प्रोटीन (अथवा पेप्टाइड) से भी सम्मुचयित किया जा सकता है (जिसे पश्च-स्थानांतरण (post transtation) रूपांतरण द्वारा सक्रिय रूप में परिवर्तित किया जा सकता है)। जिन्हें फिर सामान्यतः प्रोटीनलयी विदारण (proteotytic cleavage) द्वारा रूपांतरित कर दिया जाता है, जिससे सम्मुचयन हो सके।

आवरित विषाणु के सम्मुचयन का अंतिम चरण आवरण प्रोटीन के संश्लेषण द्वारा आवरण की प्राप्ति और उसका केन्द्रक, कोशिकाद्रव्यी अथवा जीवद्रव्यी कला में समावेश है।

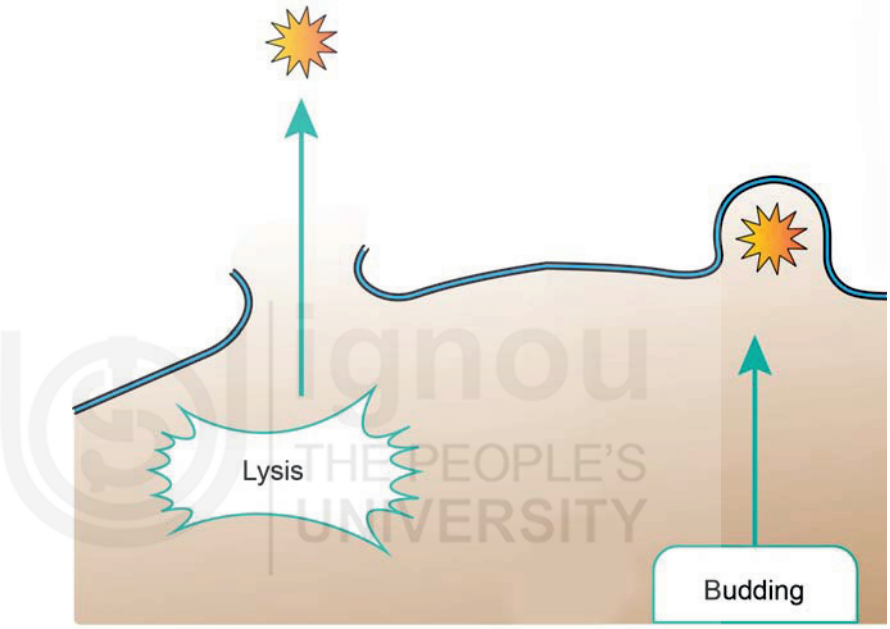
5. निर्मुक्ति

वाइरस की परपोषी कोशिका से निर्मुक्ति मृत कोशिकाओं के लयन अथवा मुकुलन द्वारा होती है।

i) **कोशिका लयन** (cell lysis) : लयनी विषाणु (कुछ आवरित और अनावरित विषाणु) के लिए निर्मुक्ति एक सरल प्रक्रिया है। संक्रमित कोशिका की कला फट जाती है जिसके फलस्वरूप कोशिका लयन होता है और विषाणु निर्मुक्त हो जाता है। परपोषी कोशिका मर जाती है क्योंकि पूर्ण परपोषी वृहदाणविक (macromolecular)

संश्लेषण बंद हो जाता है और सिर्फ विषाणु न्यूक्लीक अम्ल और विषाणु प्रोटीनों का संश्लेषण होता है। इसके फलस्वरूप कोशिका मृत्यु और उसके बाद उसका लयन हो जाता है जिससे विषाणु निर्मुक्त हो जाते हैं। अधिकतर अनावरित वाइरिऑन कोशिका लयन द्वारा निर्मुक्त होते हैं।

ii) **मुकुलन** (Budding) : जब न्यूक्लीओकैप्सिड का सम्मुचयन हो जाता है, कुछ विषाणु जीवद्रव्यकला को धकेलकर कला के एक भाग को वाइरिऑन के इर्दगिर्द लपेटते हैं। जिसके फलस्वरूप आवरण बन जाता है, अथवा ये जीवद्रव्यकला से युग्मित हो जाते हैं और वाइरिऑन को निर्मुक्त करते हैं। ये प्रक्रिया मुकुलन कहलाती है। इस प्रक्रिया में परपोषी कोशिका निर्मुक्ति के समय नष्ट नहीं होती है, क्योंकि विदारित जीवद्रव्यकला की मुकुलन हो जाने के पश्चात् मरम्मत की जा सकती है (चित्र 2.12)।



चित्र 2.12: कोशिका से विषाणु की निर्मुक्ति।

2.3 बैक्टीरियोफेज की पुनरावृत्ति: डीएनए विषाणु (T फेज)

ई.कोलाई में लयनी संक्रमण फेजों द्वारा होता है जिन्हें T- फेज कहते हैं, जबकि लयजनक संक्रमण फेज लैम्डा द्वारा होते हैं।

पुनरावृत्ति की विधियों के आधार पर, दो प्रमुख प्रकार के बैक्टीरियोफेज होते हैं : लयनी (lytic) अथवा उग्र प्रकार तथा लयजनक (lysogenic) अथवा अनउग्र (संयत) प्रकार। अतः हम ये कह सकते हैं कि जीवाणु की कोशिकाएं विषाणु द्वारा दो में से एक प्रकार के संक्रमण से ग्रस्त हो सकती है जो लयनी संक्रमण और लयजनक (संयत) संक्रमण कहलाते हैं। लयनी फेज जीवाणु की कोशिकाओं को संक्रमित करके संक्रमित कोशिकाओं के अंदर गुणन करते हैं तथा बड़ी संख्या में संतति (progeny) फेज बनाते हैं। संतति फेज कण परपोषी कोशिका के फटने पर अथवा ऊष्मायन अवधि के बाद उसका लयन होने पर निर्मुक्त होते हैं। ये प्रक्रिया **लयनी चक्र** कहलाती है। संयत फेज में लयजनक चक्र होता है जिसमें संतति कण नहीं बनते हैं। फेज DNA जीवाणु

के क्रोमोसोम में समावेशित हो जाता है और जीवाणु के क्रोमोसोम के साथ प्रतिकृति करता है। इसमें परपोषी कोशिका का लयन नहीं होता है और फेज तथा उसके परपोषी के बीच यह स्थिर संबन्ध **लयजनन** (lysogeny) कहलाता है। यद्यपि, संयत फेज कभी-कभी स्वतः ही उग्र बन जाते हैं और परपोषी कोशिका का लयन करके संततियों को निर्मुक्त कर देते हैं।

2.4 लयन चक्र

T-सम समूह (T2, T4 आदि) के बैक्टीरियोफेज उग्र विषाणु होते हैं क्योंकि वो संक्रमण के लयन चक्र में परपोषी कोशिका को अपघटित कर देते हैं। लयन चक्र का अध्ययन करने के लिए *ई.कोलाई* में T4 पुनरावृत्ति का प्रयोग मॉडल के रूप में किया जा सकता है। T4 फेज की संरचना को याद कीजिए (अनुभाग 1.4)।

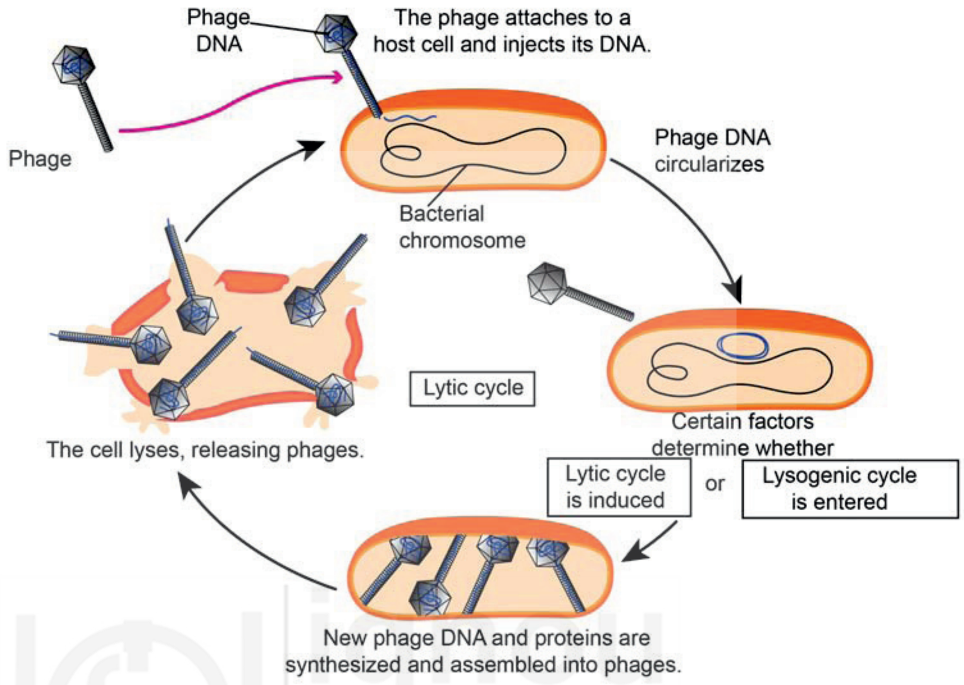
संलग्नन/अधिशोषण (Attachment/Adsorption): जब फेज और जीवाणु की कोशिकाएं यादृच्छिक रूप से टकराती हैं तो फेज बेसप्लेट के पुच्छतंतु जीवाणु की कोशिका की सतह पर निर्बल बंधों के निर्माण द्वारा उसके विशिष्ट पूरक अणु घटक से जुड़ जाते हैं जिसे ग्राही स्थल (receptor site) कहते हैं। ये एक अनुक्रमणीय प्रक्रिया है जिसका अर्थ है कि जुड़े हुए फेज अपनी परपोषी कोशिकाओं से पृथक नहीं हो सकते हैं।

वेधन (Penetration): संलग्नन के बाद फेज की पूंछ लाइसोजाइम को निर्मुक्त करती है जो जीवाणु की कोशिकाभित्ति के एक भाग का विलय करके एक रंध्र बनाता है। पूंछ आच्छद संकुचित हो जाता है जिससे पूंछ कोर कोशिकाभित्ति से बाहर धकेल दी जाती है और जीवाणु की जीवद्रव्यकला के संपर्क में आ जाती है। जब ये जीवाणु की कोशिकाकला तक पहुँचती है तो पुच्छ कोर को अवरूद्ध करने वाला प्रोटीन प्लग हट जाता है और DNA कोर से बाहर निकलकर कोशिकाद्रव्य में आ जाता है और कैप्सिड जीवाणु की भित्ति के बाहर रहता है। फेज के संलग्नन और न्यूक्लीक अम्ल के वेधन की क्रियाविधि लयनी और लयजनक चक्रों दोनों में लगभग एक जैसी होती है।

जैवसंश्लेषण (Biosynthesis) : विषाणु का जीनोम परपोषी के कोशिकाद्रव्य में प्रवेश करने के बाद कोशिका के राइबोसोम और ट्रांसलेशन मशीनरी का उपयोग करके नए फेज प्रोटीन (सिर, पुच्छ तथा पुच्छ तंतु) संश्लेषित करते हैं। ये जीवाणु की कोशिकाओं के एन्जाइम का उपयोग विषाणु जीनोम की अधिक प्रतियां बनाने के लिए भी करता है। जब विषाणु का जीनोम परपोषी कोशिका में होता है, ये परपोषी कोशिका की उपापचयी मशीनरी पर कब्जा कर लेता है और कोशिका को सिर्फ विषाणु के न्यूक्लीक अम्ल और वाइरल प्रोटीन बनाने का निर्देश देता है। परपोषी का DNA निम्नीकृत हो जाता है और न्यूक्लीओटाइड तथा परपोषी कोशिका के एन्जाइमों का उपयोग फेज DNA की प्रतियां बनाने के लिए होने लगता है। फेज DNA का mRNA पर लिप्यंन/ट्रांसक्रिप्शन होता है जो परपोषी कोशिका के राइबोसोम पर फेज एन्जाइम तथा कैप्सिड प्रोटीन के संश्लेषण का निर्देश देता है। नया संश्लेषित एन्जाइम, DNA पोलीमरेस फेज DNA की पुनरावृत्ति करता है (चित्र 2.13)।

परिपक्वन और सम्मुचयन (Maturation and Assembly) : फेज प्रोटीन तथा वाइरल जीनोम की प्रतियां स्वतः स्वसम्मुचयन करके विषाणु कण बनाती हैं। फेज के सिर और पुच्छ भाग वाइरल प्रोटीन से अलग-अलग सम्मुचयित होते हैं। प्रत्येक सिर फिर विषाणु DNA से पैक होकर पुच्छ से जुड़ जाता है। इसके बाद पुच्छ तंतुओं को जोड़ दिया जाता है जिससे परिपक्व संक्रामक फेज बन जाता है।

निर्मुक्ति (Release) : ये लयन गुणन चक्र का अंतिम चरण है, फ़ेज जीनोम से कूटित लाइसोजाइम परपोषी जीवाणु की भित्ति का अपघटन कर देता है और फेज विदीर्ण बैक्टीरियाई खोल से बाहर निकल जाते हैं (चित्र 2.13)।



चित्र 2.13: लयन चक्र।

संलग्नन से लेकर निर्मुक्ति तक में लिया गया समय **स्फोट अवधि (burst time)** कहलाता है। एक संक्रमित परपोषी बैक्टीरियाई कोशिका में संश्लेषित होकर निर्मुक्ति होने वाले वाइरियोन की संख्या **स्फोट साइज (burst size)** अथवा **विषाणु उपज (viral yield)** कहलाती है।

चूंकि अनेक वाइरियॉन निर्मित होते हैं, अतः लयन चक्र को उत्पादक संक्रमण कहते हैं।

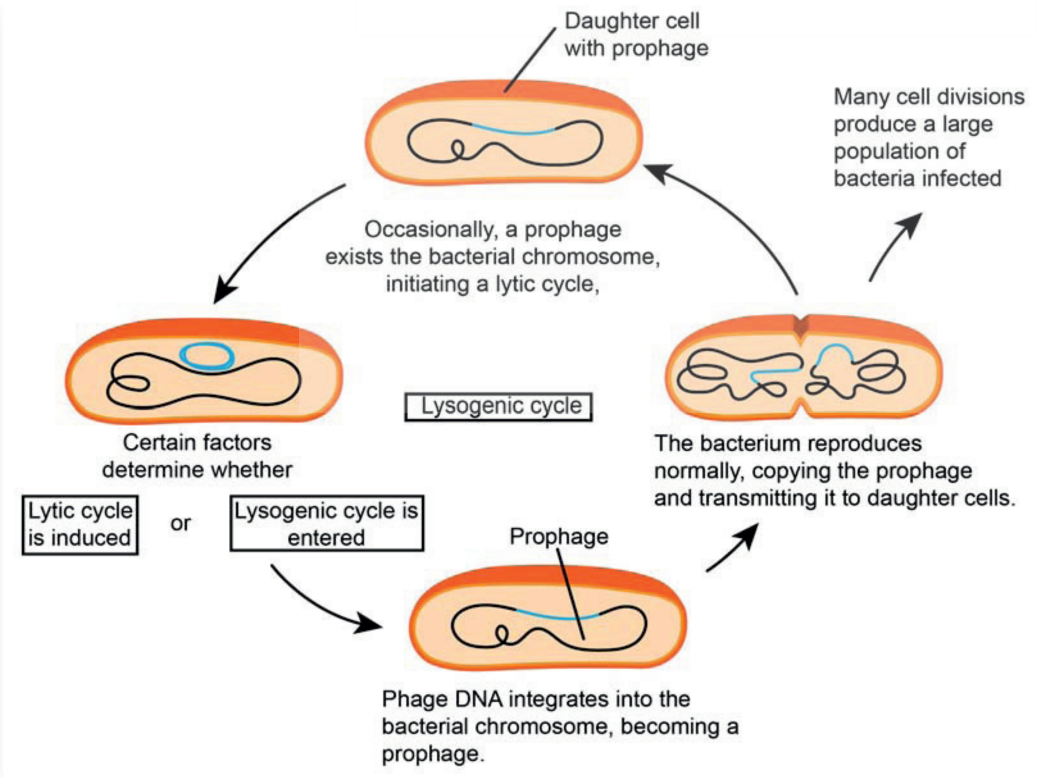
2.5 लयजनक चक्र

जीवाणु *ई.कोलई* का लैम्डा (λ) फेज लयजनन (lysogeny) का सबसे व्यापक रूप से अध्ययन किया गया उदाहरण है। जो फेज पुनरावृत्ति के लिए लयजनक चक्र का चयन करते हैं वे लयजनक फेज (संयत फेज; temperate phage) कहलाते हैं, और जिस जीवाणु में ये होता है वह लयजनन कोशिका कहलाता है।

लयजनक चक्र में लैम्डा फेज जीवाणु की कोशिका की सतह पर अधिशोषित हो जाता है और अपने रेखीय DNA जीनोम से कोशिका में वेधन कर लेता है। परपोषी कोशिका के कोशिकाद्रव्य में फेज DNA एक गोला बनाता है और गोल DNA में (जीवाणु का क्रोमोसोम) प्रवेश कर जाता है। विषाणु के DNA के साथ जीवाणु के DNA का समेकन प्रोफेज (Prophage) कहलाता है तथा जीवाणु और संयत फेज का संयोजन लयजन (lysogen) कहलाता है। प्रोफेज पर उपस्थित दो जीन दो रिप्रेसर (repressor) प्रोटीन बनाते हैं तथा अन्य सभी प्रोफेज जीन के लिप्यंकन/ट्रांसक्रिप्शन को संदमित कर देते हैं। प्रोफेज जनन के काल में जीवाणु के क्रोमोसोम के साथ पुनरावृत्ति कर लेता है और

जीवाणु की संततियों में गुप्त रहता है। चूंकि प्रोफेज जीवाणु की कोशिका को अपघटित नहीं करता है इसलिए ये संक्रमण गुप्त संक्रमण (latent infection) कहलाता है। जब जीवाणु की कोशिका UV विकिरण या रसायनों की उपस्थिति के कारण तनाव में आती है, तो प्रोफेज स्वयं को जीवाणु की कोशिका से अलग कर लेता है और कोशिकाद्रव्य में निर्मुक्त हो जाता है। ये वियोजन 'इंडक्शन'/अधिष्ठापन (Induction) कहलाता है। इंडक्शन के बाद लयन चक्र आरंभ हो जाता है, जीवाणु की कोशिका का अपघटन होता है और नए लैम्डा (λ) फेज निर्मुक्त हो जाते हैं।

लयजनन के तीन निहितार्थ हैं। एक, लयजनिक कोशिका उसी प्रकार के दूसरे फेज द्वारा संक्रमण के लिए प्रतिरोधी हो जाती है, ये प्रक्रिया लयजनिक रूपांतरण कहलाती है। यद्यपि, लयजन कोशिका अन्य प्रकार के संयत अथवा उग्र फेज के द्वारा संक्रमित हो सकती है। दूसरे, लयजनिक कोशिकाएं असंक्रमित परपोषी कोशिका से भिन्न गुण प्रदर्शित कर सकती है। उदाहरण के लिए जीवाणु *कोरिनीबैक्टीरियम डिथ्वीरी* जो डिथ्वीरिया का कारक कर्मक है और *क्लोस्ट्रीडियम बोटुलिनम* जो बोटुलिनम का कारक कर्मक है, में प्रोफेज होते हैं जिनमें से प्रत्येक में एक जीन होता है जो किसी विश (टॉक्सिन) के उत्पादन के लिए कोडित होता है। इन जीवाणु के रोग पैदा करने के गुण इन विष से संबन्धित हैं; क्योंकि प्रोफेज के बिना ये जीवाणु रोग नहीं करते हैं। तीसरे, लयजनन विशेषीकृत पारक्रमण (transduction) संभव बनाता है (चित्र 2.14)। इस प्रक्रिया में जब प्रोफेज परपोषी जीवाणु गुणसूत्र से उसके लयन चक्र के काल में कट जाता है, तो समीपवर्ती जीन जोकि उसके दोनों पार्श्व भागों में से कहीं का भी जीवाणु गुणसूत्र हो सकता है, इस फेज DNA से जुड़ा रह सकता है। इसके फलस्वरूप फ़ेज कण जीवाणु के DNA खंड के साथ ही अपने निजी DNA को अपने कैप्सिड में पैक कर लेता है और उसे अन्य जीवाणु कोशिका तक ले जाता है जिसे वो संक्रमित करता है।

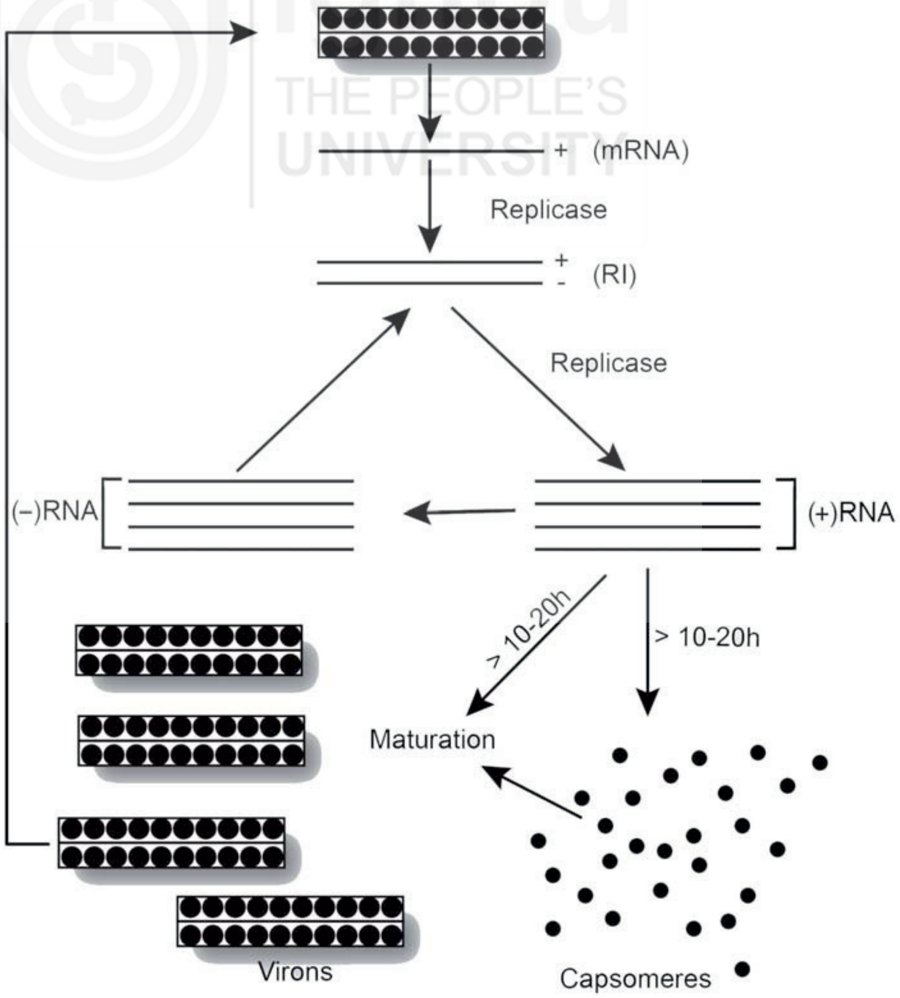


चित्र 2.14: लयजनक चक्र।

2.6 आरएनए विषाणु (TMV) की पुनरावृत्ति

TMV की संरचना को याद कीजिए (अनुभाग 1.5)। TMV कोशिका रस (cell sap) के द्वारा परपोषी कोशिका की सतह पर किसी खरोंच/घाव के जरिए प्रवेश करता है क्योंकि उसमें संलग्नन के लिए कोई विशेषीकृत अंग नहीं होता है जैसा बैक्टीरियोफेज में होता है। जब विषाणु पादप कोशिका में प्रवेश कर जाता है, वाइरल जीनोम यानी (+) ss RNA अनावरण हो जाने के बाद कोशिका में निर्मुक्त हो जाता है। अनावरण प्रोटीन आवरण (कैप्सिड) के परपोषी कोशिका के एन्जाइम द्वारा विलय हो जाने से होता है।

(+) ss RNA mRNA की तरह काम करता है और रेप्लीकेस जीन परपोषी कोशिका के राइबोसोम की सहायता से ट्रांसलेट (स्थानांतरित) हो जाता है। नये बने रेप्लीकेस एन्जाइम का उपयोग वाइरल जीनोम की पुनरावृत्ति के लिए होता है। (+) ssRNA टेम्पलेट की तरह काम करता है और रेप्लीकेस की सहायता से पुनरावृत्ति करके पूरक (–) ssRNA बनाता है। (+) ss RNA और पूरक (–) ssRNA (±) द्वितंतुक RNA बनाते हैं जिसे पुनरावृत्ति मध्यवर्ती/रेप्लीकेटिव इन्टरमीडिएट (RI) कहते हैं। RI के पूरक (–) ssRNA का उपयोग अधिक (+) ss RNA के संश्लेषण के लिए टेम्पलेट के रूप में किया जाता है। इस (+) ssRNA का उपयोग mRNA की भांति किया जाता है और परपोषी कोशिका की मशीनरी की सहायता से कैप्सिड प्रोटीन बनाने के लिए ट्रांसलेट/स्थानांतरित कर दिया जाता है। जब इष्टतम स्तर पर पर्याप्त कैप्सिड प्रोटीन बन जाते हैं, तो बनने वाले (+) ssRNA का उपयोग वाइरल जीनोम के रूप में होता है (चित्र 2.15)।



चित्र 2.15: टुबैको मोजैक विषाणु की पुनरावृत्ति।

TMV वाइरल जीनोम (+) ssRNA तथा कैप्सिड प्रोटीन स्वतः जुड़कर स्व समुच्चयन (self assembly) की प्रक्रिया में कण बनाते हैं।

बोध प्रश्न 2

रिक्त स्थानों को भरिए :

i) विषाणु परपोषी कोशिका का वेधन दो प्रमुख क्रियाविधियों द्वारा करता है; आवरण का युग्मन तथा .... ।

ii) वह प्रक्रिया जिसमें विषाणु के विभिन्न घटक स्वतः जुड़कर कण बनाते हैं वह .... कहलाती है।

iii) T-4 के बैक्टीरियोफेज परपोषी कोशिका को संक्रमण के. .... चक्र में अपघटित करते हैं।

iv) वह प्रक्रिया जिसके द्वारा विषाणु का जीनोम कैप्सिड के टूटने के द्वारा कोशिकाद्रव्य में धकेल दिया जाता है, वह .... कहलाती है।

2.7 सारांश

इस इकाई में आपने पढ़ा कि

- विषाणु कण (वाइरियॉन) परपोषी कोशिका के बाहर पुनरावृत्ति नहीं करते हैं क्योंकि इनमें जनन के लिए आवश्यक कोशिकीय मशीनरी नहीं होती है।
- विषाणु पुनरावृत्ति से अनेक संतति बनती है और ये संतति परपोषी कोशिका से निकलकर जीव में अन्य कोशिकाओं को संक्रमित करने अथवा संक्रमण फैलाने में सहायता करती हैं।
- विषाणु 5 चरण की प्रक्रिया द्वारा पुनरावृत्ति करते हैं: संलग्नन वेधन और आवरण अलग करना; जैव संश्लेषण; सम्मुचयन और निर्मुक्ति।
- विषाणु-परपोषी कोशिका ग्राही परस्पर क्रिया विषाणु के परपोषी से संलग्नन में सहायता करती है। पादप विषाणु पादप कोशिका में उसकी कोशिकाभित्ति के कटने-फटने से प्रवेश करते हैं।
- विषाणु परपोषी कोशिका का वेधन दो प्रमुख क्रियाविधियों द्वारा करते हैं, एन्डोसाइटोसिस तथा आवरण का युग्मन। आवरण अलग करना (uncoating) वह प्रक्रिया है जिसके द्वारा वाइरल जीनोम कैप्सिड के टूटने से कोशिकाद्रव्य में धकेल दिया जाता है।
- विषाणु के आनुवंशिक पदार्थ के जैवसंश्लेषण की कार्यनीति उसके आनुवंशिक पदार्थ (DNA अथवा RNA) की प्रकृति पर निर्भर करती है।
- विषाणु का सम्मुचयन मुख्यतः तीन क्रियाविधियों द्वारा होता है; स्व-समुच्चयन की

प्रक्रिया द्वारा, विशिष्ट विषाणु कूटित प्रोटीन को पहले अलग किया जाता है (विषाणु संरचना का भाग नहीं है) और फिर जोड़ा जाता है; इसे प्रीकर्सर प्रोटीन से समुच्चयित किया/जोड़ा जाता है, वह फिर सामान्यतः प्रोटीनलयी विदारण द्वारा रूपांतरित होकर संक्रामक वाइरियॉन बनाते हैं।

- सभी विषाणु कोशिकाओं से एक अथवा दो क्रियाविधियों द्वारा बाहर निकलते हैं : मुकुलन तथा कोशिका लयन।
- जीवाणु कोशिकाओं में विषाणु द्वारा एक या दो प्रकार के संक्रमण होते हैं जो लयनी संक्रमण और लयजनक (संयत) संक्रमण कहलाते हैं।

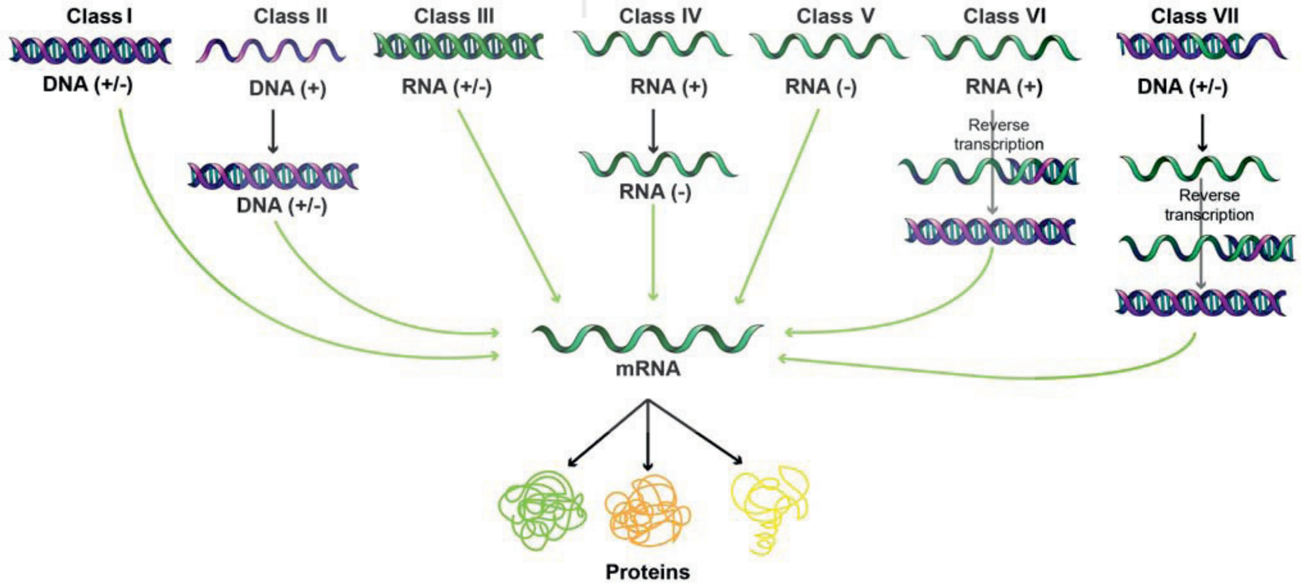
2.8 अंत में कुछ प्रश्न

1. चित्र की सहायता से विषाणु की पुनरावृत्ति को समझाइए (सामान्य विवरण)।
2. लयन और लयजनक विषाणु पुनरावृत्ति के बीच अन्तर कीजिए।
3. DNA विषाणु के जैवसंश्लेषण का व्यापक विवरण दीजिए।
4. TMV की पुनरावृत्ति प्रक्रिया को बताइए।

2.9 उत्तर

बोध प्रश्न

1.



2. i) एन्डोसाइटोसिस
   ii) समुच्चयन/एसेम्बली
   iii) लयन
   iv) आवरण अलग करना

अंत में कुछ प्रश्न

1. भाग 2.2 में देखिए।
2. भाग 2.4 और भाग 2.5 में देखिए।
3. भाग 2.2 (3) जैवसंश्लेषण में देखिए।
4. भाग 2.6 में देखिए।

चित्रों के लिए आभार

चित्र 2.1क https://docs.google.com/document/d/1iRxjQQ6j CTcabxPR9SourfbeIM2OOyZS8C8_1nlC8Vw/edit

चित्र 2.2ख http://4.bp.blogspot.com/_FN1wR3ASuIU/Sbwlc4qaobI/AAAAAAAAA RsXZ4uwi 3e3vo/s400/phage-lambda-plaque.gif

शब्दावली

समुच्चयन (Assembly) : कोशिका के भीतर परपोषी जीव के उपाचयन का उपयोग करके विषाणु को जोड़ना और उसकी पुनरावृत्ति करना।

संलग्नन (Attachment) : वह स्थिति जिसमें विषाणु का कैप्सिड प्रोटीन परपोषी जीन के नियत ग्राहियों पर बद्ध होता है।

बैक्टीरियोफेज (Bacteriophage) : वह विषाणु जो स्वयं के जनन के लिए जीवाणु को संक्रमित करता है। पर्यायवाची : फेज।

बर्स्ट/स्फोट साइज़ (burst size) : फेज का बर्स्ट/स्फोट साइज एक संक्रमित जीवाणु द्वारा लयन वृद्धि चक्र के काल में नए बने फेज की औसत संख्या है। ये संख्या अभी तक व्यापक अध्ययन किए गए फेजों में अत्यधिक भिन्न पाई गई है, जो कुछ से लेकर सौ से भी अधिक तक हो सकती है।

DNA पोलीमरेस (DNA polymerase) : जटिल संरचना के एन्जाइम का एक वर्ग जो प्राइमर-डिपेन्डेन्ट अभिक्रिया में टेम्पलेट तंतु के पूरक नए DNA तंतु के संश्लेषण को उत्प्रेरित करता है।

dsRNA : द्वितंतुक RNA

एन्डोसाइटोसिस (endocytosis) : विषाणु अथवा बड़े अणुओं की कोशिका में कोशिका सतह पर एक विशिष्ट आशय/धानी के निर्माण द्वारा समावेशन की प्रक्रिया जो किसी पदार्थ को ग्रहण करके उसे कोशिका के अंदर तक पहुंचाती है।

एन्डोप्लैस्मिक रेटीकुलम (endoplasmic reticulum) : ससीमकेन्द्रकी कोशिकाओं में जटिल कला तंत्र जो केन्द्रक के साथ सतत् होता है। ये लिपिड तथा कला संश्लेषण के साथ ही प्रोटीन संश्लेषण का स्थान है जो कोशिका में स्त्रावित या कला से संबद्ध रहते हैं।

जीन अभिव्यक्ति (Gene expression) : एक क्रियाविधि जिसमें जीन से प्राप्त जानकारी क्रियात्मक जीन सामग्री में बदल जाती है।

ऊष्मायन अवधि (Incubation period) : किसी रोग के आरंभिक संक्रमण और उसके स्पष्ट लक्षण प्रकट होने के बीच की अवधि।

जीनोम पुनरावृत्ति (Genome replication) : आनुवंशिक सामग्री विशेषरूप से DNA की संरचना के अंदर की सामग्री का जनन।

गुप्त संक्रमण (Latent infection) : ऐसा विषाणु संक्रमण जो सुसुप्त अवस्था में रहता है और लक्षण प्रदर्शित नहीं करता है।

लयजनन (Lysogeny) : कुछ बैक्टीरियोफेज की (विशेषरूप से बैक्टीरियाफेज I की) अपने जीनोम को परपोषी जीवाणु के जीनोम में समेकित करने और जीवाणु के पुनरावृत्ति करने पर आनुवंशिक मेसेन्जर/संदेशवाहक की तरह संबद्ध रहने की क्षमता।

परिपक्वता (Maturation): पुनरावृत्ति के काल की एक प्रावस्था जिसमें विषाणु संक्रामक हो जाता है।

वेधन (Penetration) : विषाणु के परपोषी जीव की कोशिका में प्रवेश करने की प्रक्रिया।

प्लाक (Plaque) : पात्रे (invitro) विषाणु संक्रमण के परिणामस्वरूप कोशिकाओं के नष्ट होने वाला स्पष्ट क्षेत्र।

प्लाक-निर्माण इकाई (Plaque forming Unit, PFU) : संक्रामक विषाणु की एक इकाई जिसका निर्धारण विषाणु द्वारा संवेदनशील कोशिकाओं के 'लॉन' पर प्लाक करने की क्षमता अथवा अपघटित कोशिकाओं के क्षेत्र से होता है।

प्रोफ़ेज (Prophage) : ये एक जीवाणु का विषाणु है जिसका जीनोम जीवाणु की कोशिका में निष्क्रिय अवस्था में बगैर किसी विषाणु कार्य की अभिव्यक्ति अथवा संतति वाइरिओन के निर्माण के रहता है। ये जीवाणु के DNA में समावेशित हो सकता है अथवा ये जीवाणु के कोशिकाद्रव्य में पृथक रूप से पुनरावृत्ति करने वाले अणु के रूप में हो सकता है। कुछ मामलों में प्रोफेज जीनोम में पाए जाने वाले विशाक्त जीन में ऐसे जीन अभिव्यक्ति के सिग्नल/संकेत होते हैं जो वाइरल जीनोम के अन्यथा निष्क्रिय होने पर उनके स्वतंत्र रूप से कार्य करने को संभव बनाते हैं।

ग्राही (Receptor) : कोशिकाकला पर पाया जाने वाला एक विशेष प्रकार का अणु जिसपर विषाणु संबद्ध हो सकता है।

निर्मुक्ति (Release) : परपोषी कोशिका की मृत्यु की प्रक्रिया जिससे विषाणु प्लाक निर्माण इकाई (PFU) का विसर्जन होता है। संक्रामक विषाणु की इकाई जो विषाणु के प्लाक अथवा संवेदनशील कोशिकाओं के 'लॉन' पर अपघटित कोशिकाओं का क्षेत्र बनाने की क्षमता द्वारा निर्धारित होती है।

रिवर्स ट्रांसक्रिप्टेस (Pol) (Reverse transcriptase) : एक एन्जाइम जिसकी खोज मूलरूप से रिट्रोविषाणु में हुई थी जो एकलतंतुक RNA को cDNA क्रम के संश्लेषण के लिए टेम्पलेट की तरह प्रयोग करता है; ये DNA को भी टेम्पलेट की तरह प्रयोग कर सकता है; और DNA-RNA हाइब्रिड से RNA को निम्नीकृत कर सकता है। ये बाद वाली क्रियाविधि RNA ase H एक्टिविटी कहलाती है।

संयत फ़ेज (Temperate phage)	:	ये संवेदनशील परपोषी जीवाणु में लयजनक अवस्था स्थापित करने में सक्षम होते हैं। ये शांत अवस्था होती है जिसमें विषाणु की पुनरावृत्ति नहीं होती है। यदि फेज के पास ये विकल्प उपलब्ध नहीं होता है, तो फेज लयनी (lytic) कहलाता है।
ट्रांसक्रिप्शन/लिप्यंकन (Transcription)	:	पूरक DNA अथवा RNA टेम्पलेट से RNA का एन्जाइमी संश्लेषण।
आवरण अलग करना (Uncoating)	:	वह स्थिति जिसमें विषाणु का प्रोटीन कैप्सिड परपोषी जीव की कोशिकाओं के एन्जाइम के कारण अनावरित हो जाता है।

ignou THE PEOPLE'S UNIVERSITY

इकाई 3

बैक्टीरिया : सामान्य वर्णन एवं आर्थिक महत्व

इकाई की रूपरेखा

3.1 प्रस्तावना
 उद्देश्य
3.2 खोज
 बीसवीं शताब्दी पूर्व
 20वीं शताब्दी में परागमन
3.3 असीमकेन्द्रकी कोशिका और ससीमकेन्द्रकी कोशिका
3.4 सामान्य विशेषताएँ
 आमाप
 बैक्टीरिया का आकार
 बैक्टीरिया की कोशिका की व्यवस्था
3.5 कोशिका भित्ति एवं इसके अवयव
 कोशिका भित्ति
 सतही आसंजक
3.6 प्रोटोप्लाज़्म
 कोशिका कला
 कोशिका जीवद्रव्य
 जीनोम
 प्लैस्मिड
 राइबोसोम
 सूक्ष्मखंड
 गैस धानियां
 मैग्नेटोसोम
3.7 बैक्टीरिया का आर्थिक महत्व
3.8 सारांश
3.9 अंत में कुछ प्रश्न
3.10 उत्तर
 शब्दावली

ignou THE PEOPLE'S UNIVERSITY

3.1 प्रस्तावना

जीवाश्म रूप में बैक्टीरिया (जीवाणु) भौगोलिक स्तरिकाओं में लगभग 3.5 अरब वर्ष पूर्व पाए गए हैं और ये पृथ्वी पर पाए जाने वाले किसी भी ज्ञात जीव से लगभग तीन गुना अधिक प्राचीन है। आज बैक्टीरिया की लगभग 5000 स्पीशीज़ (प्रजातियां) पहचानी जा चुकी हैं और आप उन्हें ऐसे किसी भी आवास में पा सकते हैं जहाँ कि आप कल्पना कर सकते हैं, ये पादपों में; जंतुओं; हर प्रकार की मृदा और जल में, हिमगोपों (ice caps), तप्त पानी के झरनों, अतिलवणीय परिवेशों तथा विषाक्त गैसों जैसे मीथेन अथवा हाइड्रोजन सल्फाइड से समृद्ध परिवेशों में भी पाए जाते हैं जहाँ पर अधिकांश अन्य जीव मर जाते हैं। बैक्टीरिया पृथ्वी पर पाए जाने वाले सरलतम जीव हैं, वे इतने छोटे होते हैं कि बिना सूक्ष्मदर्शी के दिखाई नहीं देते हैं, और सभी जीवों में सबसे अधिक मात्रा में होते हैं।

बैक्टीरिया सूक्ष्मजीवों का अत्यधिक विविध समूह हैं जो विभिन्न आकारिकी और शरीर क्रियात्मक संरचनाएं प्रदर्शित करते हैं। ये अससीमकेन्द्रकी कोशिकीय संगठन वाले एक मात्र जीव है। पृथ्वी पर जीवन बैक्टीरिया के बिना संभव नहीं था क्योंकि ये पारितंत्र के अनेक आवश्यक कार्यों को संभव बनाते हैं जिसमें वायुमंडल से नाइट्रोजन का यौगिकीकरण और अनेक जलीय समुदायों में कार्बनिक पदार्थ का अपघटन सम्मिलित है। बैक्टीरिया उत्पादकता तथा सभी अन्य जीवन प्रकारों के लिए अनिवार्य पदार्थों के चक्रण दोनों में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। बैक्टीरिया पृथ्वी पर सर्वव्यापी यानी सभी स्थानों पर पाए जाते हैं।

उद्देश्य

इस इकाई को पढ़ने के बाद आप :

- ❖ बैक्टीरिया की खोज के इतिहास को सराह पाएंगे;
- ❖ बैक्टीरिया के विशिष्ट गुणों की सूची बना सकेंगे;
- ❖ आकारों के आधार पर बैक्टीरिया का वर्गीकरण कर पाएंगे;
- ❖ बैक्टीरिया की संरचना और आकारिकी की पहचान कर सकेंगे और बैक्टीरिया की कोशिका में पाए जाने वाले विभिन्न अंगों का वर्णन कर सकेंगे;
- ❖ बैक्टीरिया के आर्थिक महत्व और अनेक उपयोगों को जान सकेंगे; तथा
- ❖ बैक्टीरिया के हानिकारक प्रभावों के बारे में जान सकेंगे।

ignou THE PEOPLE'S UNIVERSITY

3.2 खोज

सूक्ष्मजीव सर्वव्यापी हैं और विभिन्न सूक्ष्मपरिवेशों में अरबों वर्षों से पाए जाते हैं। यद्यपि, सूक्ष्मदर्शी के खोज़ से पहले सूक्ष्मजीवों के अस्तित्व का कोई वैज्ञानिक प्रमाण नहीं था। लेकिन, विश्व के विभिन्न भागों से सदियों पहले से सूक्ष्मजीवों के संभावित अस्तित्व पर कुछ रिपोर्ट उपलब्ध थीं। आइए हम उन प्रमुख घटनाओं के अवलोकन से शुरुआत करें जिन्होंने सूक्ष्मजैविकी (Microbiology) के इतिहास को बनाया (सारणी 3.1)।
सूक्ष्मजैविकी के इतिहास में 1857 से 1910 की समयावधि को सूक्ष्मजैविकी का स्वर्णकाल कहा जाता है। इस काल की खोजों ने एक विज्ञान के रूप में सूक्ष्मजैविकी को स्थापित किया।

सारणी 3.1: सूक्ष्मजैविकी के विकास में कुछ प्रमुख घटनाएं

वर्ष	खोजकर्ता	घटनाएं
1676	एन्टोन वॉन ल्यूवेनहॉक	सबसे पहले बहुत छोटी जंतुक जैसी चीज़ें देखी थीं जिन्हें प्रोटोजोआ के नाम से पहचाना गया
1684	एन्टोन वॉन ल्यूवेनहॉक	बैक्टीरिया की खोज

वर्ष	खोजकर्ता	घटनाएं
1798	एडवर्ड जैनर	स्मॉलपॉक्स (चेचक) की रोकथाम के लिए कॉउपॉक्स से टीकाकरण
1857	लुई पाश्चर	लैक्टिक अम्ल किण्वन
1860	लुई पाश्चर	ऐल्कॉहॉली किण्वन में यीस्ट की भूमिका
1861	लुई पाश्चर	जैव उत्पत्ति का प्रमाण
1864	लुई पाश्चर	पाश्चरीकरण
1867	जोसेफ लिस्टर	शल्यक्रिया में एन्टीसेप्टिक सिद्धान्त
1876	रोबर्ट कोच	एन्थ्रैक्स के कारक जीव के रूप में *बैसलिस एन्थ्रैसिस*
1881	रोबर्ट कोच	शुद्ध संवर्ध (Pure culture) में बैक्टीरिया के अध्ययन की विधियां
1882	*रोबर्ट कोच	*ट्यूबरकुलोसिस* (तपेदिक) के कारक जीव *माइकोबैक्टीरियम* की खोज
1884	रोबर्ट कोच	कोच की अभिधारणाएं
1884	*एली मेशिन्कौफ	फैगोसाइटोसिस (भक्षकाणुक्रिया) का विवरण
1884	हैन्स क्रिशिचयन ग्राम	ग्राम अभिरंजन तकनीक
1885	लुई पाश्चर	मनुष्यों में रेबीज़ के लिए टीकाकरण
1887	रिचर्ड जे. पेट्री	पेट्री डिश (प्लेट) का विकसित होना
1889	सर्जी विनोग्रेडस्की	नाइट्रीकरण और रसायन अकार्बनिक पोषिता
1889	मार्टीनस डब्लू. बीजरिंक	वाइरस का क्रिस्टलीकरण और *राइजोबियम* का पृथक्करण
1890	*एमिल वोन बेरिंग	डिफ्थीरिया के लिए एन्टीटॉक्सिन
1892	दिमित्री इवानोवस्की	वाइरस, टुबैको मोजैक रोग का कारक कर्मक
1901	मार्टीनस डब्लू बीजरिंक	स्मृद्धि संवर्धन विधि, वाइरस शब्द
1910	*पॉल एर्लिक	कर्मक सिफिलिस की दवा रसोचिकित्सीय द्वारा
1928	फ्रेडरिक ग्रिफिथ	बैक्टीरिया में रूपांतरण

ignou THE PEOPLE'S UNIVERSITY

वर्ष	खोजकर्ता	घटनाएं
1929	*एलिक्जैन्डर फ्लेमिंग, अन्र्स्ट चेन, होवर्ड डब्लू फ्लोरी	जादुई औषधि पेनिसिलिन को *पेनिसिलियम नोटेटम* से प्राप्त किया, जो बैक्टीरियाई संक्रमण के लिए प्रभावी है
1935	*वेन्डेल एम. स्टेनली, नार्थथ्रुप और सम्नर	टुबैको मोजैक वाइरस को क्रिस्टलीकृत किया
1941	*जॉर्ज बीडल और एडवर्ड टेटम	एक जीन-एक एन्जाइम परिकल्पना
1944	ओसवाल्ड एवरी, कोलिन मैकलोइड, मैकलिन मैककार्टी	ग्रिफिथ के शोध की व्याख्या: डी.एन.ए अनुवांशिक पदार्थ है
1944	सेल्मन वैक्समेन	स्ट्रेप्टोमाइसिन की खोज
1953	*जेम्स वाटसन, फ्रेनसिस क्रिक	डी.एन.ए की आणविक संरचना
1961	*फ्रान्सिस जैकब, जैकीस मोनोड	ऑपेरोन की संकल्पना
1970	*डेनियल नाथन्स, हेमिल्टन ओ स्मिथ, वार्नर आर्बर	जेनेटिक इंजीनियरिंग (जीन अभियंत्रिकी) के लिए उपयोग किए जाने वाले रेस्ट्रिक्शन एन्जाइम
1975	जोर्जेस कोलर, सीजर, मिल्सटीन	मोनोक्लोनल एन्टीबॉडीज़
1977	फ्रेड सेन्गर, स्टीबन निकलेन, एलन कोलसन	डी.एन.ए क्रमण की विधियां
1978	*पीटर मिशैल	रसोपरासरणी क्रियाविधि
1982	आरोन क्लूग	टुबैको मोजैक वाइरस की संरचना
1983	लक मोन्टेजीनर	एड्स (AIDS) के कारक जीन एच आइ वी (HIV) की खोज
1986	बैन्जामिन हॉल, गुस्टाव एमरर	हिपेटाइटिस बी वैक्सीन (टीका) का जेनेटिक इंजिनियरिंग द्वारा निर्माण
1994	आर.जे. केनो	4 करोड़ वर्ष पुराने बैक्टीरिया को सवंर्धित किया
1996	एन्ड्रे गोफे एवं सहयोगी	यीस्ट जीनोम का क्रमण
1998	जेम्स बी. केपर एवं सहयोगी	*विब्रियो कोलरा* में दो वृताकार क्रोमोसोम की खोज की
1999	फ्रेड़रिक आर. ब्लेटनर एवं सहयोगी	*एशरिकिया कोली* के जीनोम का क्रमण
2000	एडवर्ड डेलोंग	समुद्री आर्किया की खोज

वर्ष	खोजकर्ता	घटनाएं
2002	जेरोनिमो सेलोपॉल ए.वी., एकर्ड विमर	मौलिक रासायनिक निर्माण इकाईयों से संक्रामक पोलियो वाइरस का संश्लेषण
2004	क्रेग वेन्टर एवं सहयोगी	पहला बड़ा पर्यावरणीय जीनोम : सरगासो सी

* नोबेल पुरस्कार से सम्मानित किया गया।

रोमन दार्शनिक लुक्रेशियस (98-55 ई.पू.), एक भौतिक विज्ञानी गिरोलामो फ्रेकेस्टोरो (1478-1553) ने सुझाया कि अदृश्य जीवित जीव रोग पैदा करते हैं। एक, इटली वासी फ्रेन्सिस स्टेलुटी ने मधुमक्खियों और घुन पर सूक्ष्मदर्शी का प्रयोग करते हुए 1625 से 1630 के बीच निरीक्षण किए। एक अंग्रेज वैज्ञानिक रोबर्ट हुक ने संयुक्त सूक्ष्मदर्शी बनाया और कॉर्क (काग) के बारीक स्लाइसो/छल्लों के छोटे कोष्ठ देखे और इन कोष्ठों को कोशिका नाम दिया। हुक ने 1664 के आसपास, ये भी रिपोर्ट किया कि उन्होंने दीर्घीकृत वृंत्त (stalk) देखे हैं, जोकि वास्तव में कवकों की फलनकायाएं (fruting fungi) थी। सूक्ष्मजीवों को देखना अधिक उन्नत सूक्ष्मदर्शियों के साथ-साथ अभिरंजन (staining) जैसी तकनीकों के विकास से और आसान हो गया।

चित्र 3.1: एन्टोन वॉन ल्यूवेनहॉक।

जून 16, 1675, एन्टोन वॉन ल्यूवेनहॉक की रिकॉर्डिंग ''मैने जल की एक नन्ही बूँद में अनेक बहुत सूक्ष्म एनीमलक्यूल/जंतुक की खोज की है और ये विविध प्रकारों और भिन्न साइज़ के हैं। ये मुड़ने के साथ गति करते हैं, जैसे ईल सदैव अपना सिर आगे रखकर तैरती है, यद्यपि ये एनीमलक्यूल आगे और पीछे की ओर तैरते थे लेकिन इनकी गति बहुत धीमी थीं।''

3.2.1 बीसवीं शताब्दी से पूर्व

उन्नीसवीं शताब्दी में सूक्ष्मजैविकी विज्ञान के एक क्षेत्र के रूप में नहीं जानी जाती थी। यद्यपि मनुष्य सूक्ष्मजीवों का प्रयोग प्राचीन काल से कर रहे थे। बियर तथा मद्य (वाइन) उत्पादन सामान्य प्रचलन में था। खाद्य पदार्थों को सुखाकर और नमक लगाकर परिरक्षित किया जाता था। यद्यपि, कोई भी इनमें से किसी भी प्रक्रिया के कारण को नहीं जानता था। रोग फैलते थे और महामारी का रूप ले लेते थे, लेकिन मनुष्य को इन रोगों के कारण ज्ञात नहीं थे। ये कुछ लोगों के समर्पित प्रयास थे जिनमें से कुछ लोग तो वैज्ञानिक के रूप में प्रशिक्षित भी नहीं थे, जैसे एन्टोन वान ल्यूवेनहॉक, और अन्य जिनके पास वैज्ञानिक प्रशिक्षण था जैसे लुई पाश्चर, रोबर्ट कोच और मार्टीनस बीजरिंक, जिनकी वजह से सूक्ष्मजैविकी एक विज्ञान के रूप में विकसित हुई।

एन्टोन वॉन ल्यूवेनहॉक

सूक्ष्मजैविक जगत् की खोज का श्रेय डच व्यापारी, एन्टोन वॉन ल्यूवेनहॉक (1632-1723) (चित्र 3.1) को जाता है। जिनके पास कोई विश्वविद्यालयी शिक्षा नहीं थी। उन्हें सूक्ष्मजैविकी का जनक कहा जाता है। वे होलैन्ड के एक स्थान डेल्ट (delft) के वस्त्र व्यापारी, बिसाती और अधिकारिक मद्य चखने वाले अधिकारी (वाइन टेस्टर) थे। आरंभ में, उन्होंने कपड़ों के टुकड़ों के आवर्धन और निरीक्षण के लिए लेन्स बनाए। बाद में अपनी ज्ञान पिपासा को शांत करने के लिए, उन्होंने द्विउत्तल कांच के लैन्स (double convex glass lenses) को दो चांदी अथवा कांच की प्लेटों के बीच रखकर सामान्य सूक्ष्मदर्शी बनाने शुरु कर दिए। उनके सूक्ष्मदर्शी 50-300 गुना तक आवर्धन कर सकते थे। उन्होंने 250 से अधिक सूक्ष्मदर्शी बनाए। 1673 से शुरुआत करके ल्यूवेनहॉक ने डच भाषा में रॉयल सोसायटी ऑफ लंदन को अपने प्रेक्षणों का विस्तृत विवरण देते हुए

पत्र लिखे। इनमें से अधिकांश पत्रों का अंग्रेजी में अनुवाद करके प्रोसीडिंग्स आफ रॉयल सोसाइटी (कार्यविवरणी) में उन्हें प्रकाशित किया गया। उन्होंने नदी के पानी, काली मिर्च का अर्क, लार, मल आदि के नमूनों का परीक्षण किया। उनके विवरणों से यह स्पष्ट था कि वे ऐसे पहले व्यक्ति थे जिन्होंने बैक्टीरिया और प्रोटोज़ोआ दोनों को अपने सूक्ष्मदर्शी से उसी रूप में देखा था जैसा आज हम जानते हैं। उन्होंने जीवन की इन सूक्ष्मदर्शीय प्रकारों को 'एनीमलक्यूल'/जंतुक (animalcule) कहा, क्योंकि उन्होंने सोचा कि ये जीवित सूक्ष्मजंतु हैं।

लुई पाश्चर

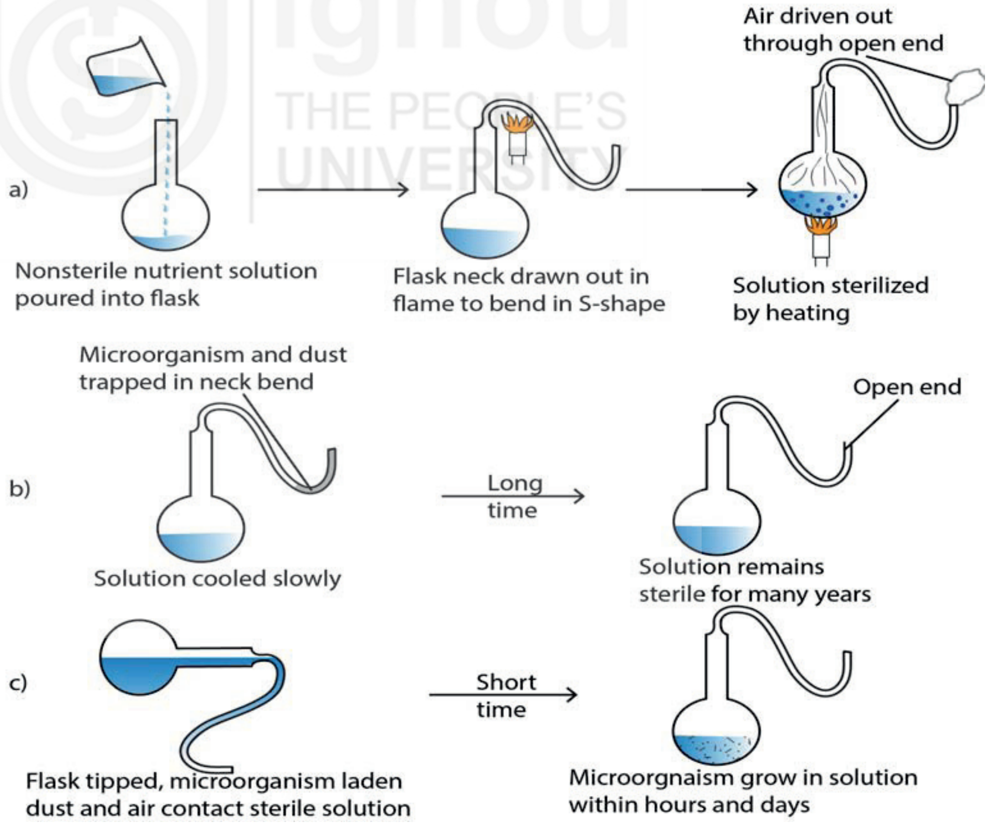
चित्र 3.2: लुई पाश्चर।

उन्नीसवीं शताब्दी तक, वैज्ञानिक बहस का सबसे सामान्य विषय स्वतः जनन (spontaneous generation) के सिद्धान्त से संबंधित था (जिसे अजैवजनन; abiogenesis कहते थे)। इस सिद्धान्त ने सुझाया कि सजीव जीव स्वतः ही निर्जीव तत्व से उत्पन्न हो सकते हैं। ये देखा गया कि जैविक ब्रॉथ (मांस रस) में सूक्ष्मजीवों की वृद्धि तथा रासायनिक परिवर्तनों के आरंभ होने के बीच कोई संबन्ध है। ब्रोथ में रासायनिक परिवर्तन किण्वन (अंगूर में कार्बोहाइड्रेटो के खट्टे हो जाने से वाइन (मद्य) का उत्पादन) के कारण हुए थे, जोकि वायु की अनुपस्थिति में शर्कराओं के ऐल्कोहॉल में रूपांतरण के कारण और पुतीभवन (putrefaction) (मांस के प्रोटीनों का अपघटन) के कारण होता है। प्रश्न यह था कि ये सूक्ष्मजीव आए कहाँ से? इटली के भौतिक विज्ञानी फ्रेन्सिन्को रेडी (1626-1697) स्वतः जनन के विरूद्ध प्रमाण प्रदान करने वाले पहले व्यक्तियों में से थे। उन्होंने एक परीक्षण किया जिसमें उन्होंने तीन पात्रों में मांस लिया, एक को खुला रखा, दूसरे को सीलबंद कर दिया और तीसरे को बारीक जाली से ढंक दिया। यह तो साफ है कि खुले मांस पर मक्खियों ने अंडे दे दिए लेकिन ढंके हुए पर ऐसा नहीं हुआ। मक्खियों ने जाली के ढंकने पर भी अंडे दिए जिसने अंडों के मांस से संपर्क को रोका अथवा विलंबित कर दिया था, अतः आरंभ में मैगट (मक्खी के लार्वा) नहीं दिखे थे। इस प्रकार उन्होंने ये सिद्ध किया कि मैगट मक्खी के अंडों से आए थे, सड़ते हुए मांस से नहीं (चित्र 3.3)।

चित्र 3.3: रेडी द्वारा किया गया परीक्षण जिसने मैगट के स्वतः जनन का खंडन किया। दूसरे जार में मैगट नहीं निकले क्योंकि अंडे मांस के संपर्क में बिलकुल नहीं आए थे।

स्वतः जनन की अवधारणा को आगे इटली के वैज्ञानिक लेजारों स्पैलेन्जेनी (1729-1799) 'जोकि एक पादरी थे' के कार्य द्वारा भी नकारा गया। उन्होंने प्रदर्शित किया कि जिन फ्लास्को में मांस का शोरबा/ब्रोथ था उन्हें सीलबंद करके और लंबे समय तक गर्म करके जिससे सूक्ष्मजीव मर जाएं, कोई सूक्ष्मजीवी वृद्धि नहीं दिखाई दी और इन सीलबंद फ्लास्को को अनिश्चित काल तक भंडारित किया जा सकता था। मगर जिन लोगों ने स्वतः जनन का समर्थन किया था, उनका तर्क था कि फ्लास्क को सीलबंद करने से ऑक्सीजन निकल गई और इसलिए स्पैलेन्जेनी के परीक्षणों को सुस्पष्ट नहीं माना गया। बहस का अंत अंततः फ्रांसीसी वैज्ञानिक लुई पाश्चर (चित्र 3.2) (1822-1895) के प्रायोगिक कार्य से हुआ।

पाश्चर ने लंबी ग्रीवा वाले फ्लास्कों में पोषक विलयन रखा और उनकी ग्रीवाओं को ज्वाला पर रखकर गर्म किया जिससे ग्रीवा हंस की ग्रीवा जैसी हो जाए यानी S-आकार के वक्री जैसी। उन्होंने फ्लास्क को पोषक विलयन के उबलने तक गर्म किया और फिर ठंडा किया। वायु फ्लास्क में कोशिका वक्रित ग्रीवा से पुनः प्रवेश कर सकती थी लेकिन उसके आकार ने बैक्टीरिया तथा अन्य सूक्ष्मजीवों को द्रव ब्रोथ तक जाने से रोक दिया, क्योंकि वे वक्रित ग्रीवा में ही फंसे रह गए। ब्रोथ निर्जमित (sterile) बने रहे और उन्हें अनिश्चित काल तक भंडारित किया जा सकता था जब तक कि हंसाकार ग्रीवाएं टूट नहीं गई अथवा फ्लास्क के चटकने से द्रव फ्लास्क की ग्रीवा में वायु के संपर्क में नहीं आ गया (चित्र 3.4)।



चित्र 3.4: पाश्चर का परीक्षण जिससे स्वतः जनन के सिद्धान्त का खंडन किया। a) फ्लास्क की लंबी ग्रीवा को S-आकार के वक्र में मोड़ दिया गया और अंर्तवस्तुओं को निर्जमित कर दिया गया; b) जब फ्लास्क सीधा रखा रहा तो कोई सूक्ष्मजीवी वृद्धि नहीं हुई; c) फ्लास्क को मोड़ने पर ग्रीवा में फंसे हुए सूक्ष्मजीव पोषक द्रव के संपर्क में आ गये और तेज़ी से वृद्धि करने लगे।

इस तथ्य, ने कि वायु फ्लास्क में प्रवेश कर सकती है, और फिर भी फ्लास्कों में रखे विलयनों में कोई वृद्धि नहीं दिखाई दी, स्वतः जनन के सिद्धान्त को नकार दिया। हंस की ग्रीवा वाले फ्लास्क को अब पाश्चर फ्लास्क कहा जाता है। मूल परीक्षण के लिए उपयोग किए गए फ्लास्कों में से कुछ जिन्हें बाद में सीलबंद कर दिया गया था, उनमें आज तक कोई संदूषण नहीं दिखाई देता है (चित्र 3.4)। इस परीक्षण से यह तथ्य पता चला कि निर्जीव पोषक सामग्री जैसे पोषक विलयन में सूक्ष्मजीवों का प्रगट होना वायु अथवा विलयनों में पहले से उपस्थित सूक्ष्मजीवों के कारण था। इस प्रकार, स्वतः जनन पर विवाद ने **जैवजनन के सिद्धान्त** (theory of Biogenesis) को जन्म दिया, जो कहता है कि सजीव कोशिकाएं सिर्फ पहले से विद्यमान सजीव कोशिकाओं से ही उत्पन्न हो सकती हैं।

लुई पाश्चर पेशे से वैज्ञानिक और दिल से परम देशभक्त थे, जो सदैव फ्रांसीसी निर्माताओं द्वारा अपनी औद्योगिक प्रक्रियाओं में झेली जाने वाली समस्याओं को सुलझाने का प्रयास करते थे। एक ऐसी ही समस्या चुकंदर से निर्मित ऐल्कोहॉल के खट्टा हो जाने की थी। उन्होंने अच्छी वाइन और खट्टी वाइन दोनों के पात्रों से नमूने लिए और उन्हें सूक्ष्मदर्शी में देखने पर पाया कि अच्छी वाइन में कवक यीस्ट की मुकुलन करने वाली कोशिकाएं थी जबकि खट्टी वाइन में छड़ाकार (rod shaped) जीवाणु थे। अतः उन्होंने ये सिद्ध कर दिया कि इन जीवों ने ही **किण्वन की रासायनिक क्रिया** के क्रम का निर्धारण किया था। यीस्ट कोशिकाओं ने ऐल्कोहॉल का उत्पादन किया जबकि छड़ाकार बैक्टीरिया ने लैक्टिक अम्ल बनाया जिसने वाइन को खट्टा कर दिया। इस खोज ने स्थापित किया कि कुछ सूक्ष्मजीव अवायुजीवी उपापचयन (anaerobic metabolism) कर सकते हैं। इसने ये संकेत भी दिया कि सूक्ष्मजीवी उपापचयन (जैविक पदार्थ का वायुजीवी अथवा अवायुजीवी रूपांतरण) ने उत्पाद के निर्माण का निर्धारण किया। 1857 में पाश्चर ने दिखाया कि दूध का खट्टा होना भी सूक्ष्मजीवी क्रिया के कारण होता है। 1860 में उन्होंने सूक्ष्मजीवी संदूषण को नियंत्रित करने के लिए वाइन और बियर को मध्यम तापमान पर गर्म करने की सलाह दी (एक प्रक्रिया जो अब पाश्चरीकरण कहलाती है)। उन्होंने वैज्ञानिकों के दिमाग में ये संदेह भी भर दिया कि बैक्टीरिया रोग का भी कारण हो सकते हैं। यह रोग के **जर्म सिद्धान्त** (Germ theory of disease) का आरंभ था जिसने संक्रामक रोगों के विकास में सूक्ष्मजीवों की भूमिका के महत्व को बताया।

पाश्चर का अन्य उत्कृष्ट योगदान उग्र जीवाणु/बैक्टीरिया के क्षीणीकृत संवर्धन का प्रयोग करके टीके (Vaccine) का विकास करना था। इन बैक्टीरियल संवर्धनों को स्थानांतरणों के बीच लंबे अंतरालों तक ऊष्मामित करने से क्षीणीकृत संवर्धन (attenuated cultures) निर्मित हो गए। उन्होंने संवर्धनों को पोटैशियम डाईक्रोमेट से उपचारित करके और बैक्टीरिया को 40°C से 43°C पर गर्म करके क्षीणीकृत एन्थ्रैक्स के टीके को भी विकसित किया। रेबीज़ के टीके के विकास के लिए, उन्होंने वाइरस को विषमजात परपोषी (heterologous host), खरगोश में अंतःक्षेपित (inject) किया। संक्रमित खरगोश की मृत्यु के बाद, मस्तिष्क और रीढ़ रज्जु को निकालकर उसके सूखे पाउडर का प्रयोग टीके के रूप में किया गया। पाश्चर ने एक नौ वर्षीय बालक जोसेफ मीस्टर को क्षीणीकृत वाइरस की निरंतर बढ़ती मात्रा के तेरह इंजैक्शन 10 दिन की अवधि में लगाए, जिसे रेबीज़ वाले कुत्ते ने काट लिया था। बालक जीवित बच गया और टीकों की अवधारणा को मजबूत आधार मिल गया। उनके द्वारा **टीके के विकास** की सराहना के लिए विश्व भर के लोगों ने पेरिस में पाश्चर संस्थान की स्थापना के लिए योगदान दिया।

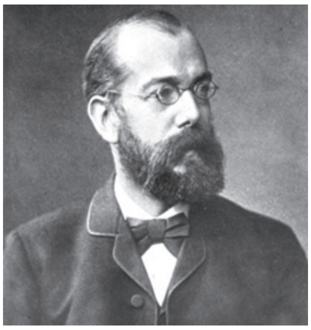
सुरापात्र (Vats) वे पात्र होते हैं जिनका उपयोग वाइन के किण्वन के लिए किया जाता था। ये उच्च गुणवत्ता की काष्ठ के बने होते थे। अब इनके स्थान पर स्टेनलेस स्टील के पात्रों का प्रयोग किया जाता है।

अच्छी वाइन, वह वाइन होती है जो उपभोग के लिए उपयुक्त होती है जबकि खट्टी वाइन सिरका है।

अंगूर अथवा अन्य फलों के कार्बोहाइड्रेट को यीस्ट *सैकेरोमाइसीज सेरेविसी* द्वारा ऐल्कोहॉल में परिवर्तित कर दिया जाता है। यदि वाइन मे *एसीटोबैक्टर* अथवा *ग्लूकोनोबैक्टर* का संदूषण पाया जाता है तो इस ऐस्कोहॉल को फिर एसीटिक अम्ल में परिवर्तित कर दिया जाता है।

क्षीणीकृत (attenuation) करना वह प्रक्रिया है जिसमें दिए गए जीव की रोगजनन क्षमता कम अथवा नष्ट हो जाती है।

उग्रंता (virulence) रोगाणु की रोग उत्पन्न करने की क्षमता है। इसे व्यापक रूप से रोगाणु द्वारा पैदा होने वाले रोग की गंभीरता के संदर्भ में परिभाषित किया जाता है। क्षीणीकरण द्वारा उग्रता को परिवर्तित किया जा सकता है।



चित्र 3.5: रॉबर्ट कोच।

संवर्धन किसी माध्यम पर अथवा उसमें सूक्ष्मजीवों की वृद्धि है। माध्यम पोषक पदार्थों का एक मिश्रण होता है। मिश्रित संवर्धन में विभिन्न प्रकार की सूक्ष्मजीवी जनसंख्याओं को एक साथ उगाया जाता है।

शुद्ध संवर्ध का अर्थ है ऐसा संवर्धन जिसमें सभी कोशिकाएं सूक्ष्मजीव की एक ही कोशिका अथवा बीजाणु से बनती हैं अतः ये आनुवंषिक रूप से एक जैसी होती हैं।

एक ठोसीकरण कर्मक के रूप में ऐगार का प्रयोग सफल था और आज तक ये सूक्ष्मजीवों से संबन्धित प्रयोगशाला कार्य के लिए अनिवार्य है।

फेलिन एल्शीमियस हौज की माता ऐगार का प्रयोग जैली को ठोसीकृत करने के लिए करती थी। एक ठोसीकरण कर्मक के रूप में ऐगार का प्रयोग सफल था और आज तक ये सूक्ष्मजीवों से संबन्धित प्रयोगशाला कार्य के लिए अनिवार्य है।

रॉबर्ट कोच

सोलहवीं शताब्दी में, इस पर विचार किया गया कि कोई ऐसी चीज़ थी जो रोगी व्यक्ति से स्वस्थ व्यक्ति में संचरित होती थी और वह 'कोई चीज़' स्वस्थ व्यक्ति को बीमार कर सकती थी। यद्यपि ये विचार किया गया कि सूक्ष्मजीव संक्रामक रोगों के लिए उत्तरदायी थे, लेकिन इस मान्यता के लिए कोई प्रमाण नहीं था। एक जर्मन चिकित्सक रोबर्ट कोच (1843-1910) (चित्र 3.5) के शोध ने **रोग जर्म सिद्धान्त** की आधारशिला रखी। कोच ने एन्थ्रैक्स रोग पर कार्य किया जो बैक्टीरिया *बैसीलस एन्थ्रैसिस* के कारण मवेशियों और मनुष्यों में होता है। उन्होंने पाया कि एन्थ्रैक्स से मर रहे जंतु में हमेशा बैक्टीरिया पाया जाता है और जब मृत चूहे के रक्त को स्वस्थ चूहे में अंतक्षेपित कर दिया गया तो वह भी एन्थ्रैक्स से पीड़ित हो गया। फिर उन्होंने दूसरे चूहे से रक्त लेकर एक अन्य स्वस्थ चूहे में उसका इंजैक्शन लगाया। उन्होंने इस प्रक्रिया को बीस बार दोहराया और हर बार रोग को संचरित करने में सफल रहे और प्रत्येक बार मरते हुए चूहे के रक्त में उन्हें *बैसीलस* बैक्टीरिया मिले। किसी संक्रात्मक रोग के कारक कर्मक के रूप में सूक्ष्मजीवों की भूमिका सिद्ध करने के उनके मानक कोच की अवधारणाएं (Koch's Postulate) कहलाते हैं, जिन्हें नीचे संक्षेप में बताया गया है।

- एक विशिष्ट सूक्ष्मजीव प्रत्येक रोगी जंतु में पाया जाता है लेकिन स्वस्थ जंतु में नहीं पाया जाता है।
- संदेहास्पद सूक्ष्मजीव को परपोषी से अलग करके शुद्ध संवर्ध में उगाया जा सकता है जब वियुक्त सूक्ष्मजीव को स्वस्थ लेकिन संवेदनशील परपोषी में संरोपित किया जाता है तब उसमें वही रोग हो जाना चाहिए।
- वही सूक्ष्मजीव रोगी परपोषी से पृथक्कृत होना चाहिए और पुनः प्रयोगशाला स्थितियों में सवंर्धित किया जाना चाहिए तब ये मूल सूक्ष्मजीव के समान होना चाहिए।

कोच ने बैक्टीरिया को कृत्रिम माध्यम जैसे बीफ सीरम पर जंतुओं के शरीर से बाहर सवंर्धित किया और ये पाया कि 'संवर्धित' बैक्टीरिया रोग पैदा करने में उतने ही प्रभावी थे जितने रोगी जंतुओं के बैक्टीरिया थे। उन्होंने 'शुद्ध संवर्ध' के महत्व को बताया और शुद्ध संवर्ध प्राप्त करने के कुछ तरीके विकसित किए। एक प्रचलित तरीका ठोस माध्यम पर एकल कॉलोनीज़ का पृथक्करण है, जहां कोलोनी एकल सूक्ष्मजीवी कोशिका अथवा एक बीजाणु से संवर्धित की जा सकती है। उन्होंने आरंभ में कटे और उबले आलुओं की निर्जमित सतह का उपयोग किया लेकिन चूंकि सभी बैक्टीरिया आलू पर अच्छी तरह नहीं उगते हैं, अतः उन्होंने अन्य विकल्पों की तलाश की। उन्होंने पोषक द्रवों को ठोसीकृत करने के लिए जिलेटिन मिलाया लेकिन देखा कि अनेक बैक्टीरिया जिलेटिन का पाचन कर देते हैं। ये 28°C से अधिक के तापमान पर पिघल भी जाती है। उनके सहायक वाल्थर हैसी की पत्नी फेनी हैसी ने सुझाया कि माध्यम में ठोसीकरण कर्मक के रूप में ऐगार का प्रयोग किया जाए। ऐगार 100°C पर पिघलता है और 40°C पर ठोस हो जाता है। अन्य सहायक रिचर्ड पेट्री ने ठोस संवर्धन माध्यम को निर्जमित स्थिति में बनाए रखने के लिए **पेट्री डिश** विकसित की। 1882 में कोच ने बैसीलस (*माइकोबैक्टीरियम ट्यूबरकुलोसिस*) को पृथक्कृत किया जो ट्यूबरकुलोसिस/तपेदिक (टीबी) करता है। उन दिनों में ट्यूबरकुलोसिस से सबसे अधिक लोग मरते थे। ट्यूबरकुलोसिस (tuberculosis) का हेतुकविज्ञान (etiology) अज्ञात था और कोच का उद्देश्य इस रोग के लिए उत्तरदायी सूक्ष्मजीव का पता लगाना था। इसे प्राप्त करने के लिए, उन्होंने अपने और अपने सहयोगियों द्वारा बनाई गई सभी तकनीकों जैसे सूक्ष्मदर्शिकी, ऊतकों का रंजन,

शुद्ध संवर्ध पृथक्करण और जंतु संरोपण का प्रयोग किया। उन्होंने संक्रमित व्यक्ति के ऊतक नमूनों को एल्केलाइन मेथिलीन ब्लू और बिस्मार्क ब्राउन से अभिरंजित किया। उन्होंने संक्रमित ऊतकों में चटख नीले, की छड़ाकार *एम. ट्यूबरकुलोसिस* कोशिकाएं देखी। वह *एम. ट्यूबरकुलोसिस* के शुद्ध संवर्धनों को संवर्धित करने में सफल रहे और गिनी पिग को *एम. ट्यूबरकुलोसिस* से संक्रमित करके और पुनः गिनी पिग से *बैसीलस* बैक्टीरिया पृथक्करण कर के ट्यूबरकुलोसिस के कारण को स्पष्ट रूप से स्थापित किया। कोच ने एक पदार्थ 'ट्यूबरकुलिन' भी तैयार किया जो ट्यूबरकुलोसिस के निदान में उपयोगी था। कोच को 1905 में उनके कार्य के लिए नोबेल पुरस्कार से सम्मानित किया गया। वो अंग्रेजी शासन काल में मुक्तेश्वर, उत्तरांचल के वेटनरी रिसर्च स्टेशन में भी आए थे जहाँ अंग्रेज घोड़ों का प्रजनन करते थे।

मार्टीनस बीजरिंक

सूक्ष्मजैविकी के क्षेत्र में प्राचीनतम विकास जिन्होंने विश्वभर में लोगों का ध्यानाकर्षित किया वे चिकित्सा सूक्ष्मजैविकी से ही संबन्धित थे (जैसा कि हमने लुई पाश्चर और रोबर्ट कोच के कार्यों से जाना है)। यद्यपि, अन्य वैज्ञानिकों ने जल्दी ही सूक्ष्मजीवों के संभावित उपयोगों का पता लगाना शुरु कर दिया। एक ऐसा क्षेत्र पारिथितिकी (ecology) था जिसमें सूक्ष्मजीवों के उनके जैविक और अजैविक घटकों से परस्परक्रिया की पड़ताल की जाती है। मार्टीनस बीजरिंक (1851-1931) (चित्र 3.6) ने बैक्टीरिया द्वारा होने वाले सहजीवी और गैर-सहजीवी वायुजीवी 'नाइट्रोजन यौगिकीकरण (nitrogen fixation) का अध्ययन किया। उन्होंने नाइट्रोजन यौगिकीकरण करने वाले मुक्तजीवों वायुजीवी बैक्टीरियम *एजोटोबैक्टर* और बैक्टीरियम *राइजोबियम* को पृथक किया जो फलीदार पादपों की मूलों में ग्रंथिकाएं (nodules) बनाते हैं और सहजीवी रूप से नाइट्रोजन यौगिकीकरण करते हैं। उन्होंने दिखाया कि कैसे ये बैक्टीरिया अपने कोशिका अवयवों के संश्लेषण के लिए वायुमंडलीय नाइट्रोजन का प्रयोग करते हैं। इस प्रकार ये सूक्ष्मजीव रासायनिक रूप से संबद्ध नाइट्रोजन जैसे (NO_2, N_2O, NO_3, NH_3) की आपूर्ति को बनाए रखने में सहायक होते हैं, जिन पर शेष जीवन प्रकारें निर्भर करती हैं।

चित्र 3.6: मार्टीनस बीजरिंक।

बीजरिंक ने सल्फेट-अपचायी बैक्टीरिया पर भी काम किया। उन्होंने पाया कि गर्मियों के काल में उनके शहर के नालों से आने वाली दुर्गंध उस बैक्टीरिया के कारण थी जो सल्फेट को H_2S में परिवर्तित कर देते हैं, जिनमें से सड़े अंडो की गंध आती है। रूसी सूक्ष्मजीवविज्ञानी सर्जियस विनोग्रेड्स्की (1856-1953) (चित्र 3.7) के साथ मिलकर बीजरिंक ने **समृद्ध संवर्धन तकनीक** (enrichment culture technique) विकसित की, **जो वरणात्मक संवर्धन माध्यम के** विकास (development of selective culture media) की दिशा में एक कदम था। इन तकनीकों की सहायता से, हम मिश्रित जनसंख्या से वांछित गुणों वाले सूक्ष्मजीवों को पृथक कर सकते हैं। उदाहरण के लिए यदि हमें मृदा से ऐसे बैक्टीरिया को पृथक करने की आवश्यकता हो जो ऐसे एन्जाइम निर्मित करता है जो क्षारीय pH और उच्च तापमानों पर स्थिर रहते हैं तो क्षारीय विस्तार वाले pH के माध्यम को मृदा नमूने से संरोपित करके उच्च तापमानों पर ऊष्मायित किया जाता है। पुनरावर्ती रूप से ऐसा करने से मृदा नमूने से क्षाररागी (alkalophilic) और तापरागी (thermophilic) बैक्टीरिया वरणात्मक रूप से संवर्धित हो जाते हैं। ये बैक्टीरिया ताप स्थिर एन्जाइम निर्मित करते हैं, जो इष्टतम रूप से क्षारीय pH और उच्च तापमान पर काम करते हैं।

चित्र 3.7: सर्जियस विनोग्रेड्स्की।

विनोग्रेड्स्की और बीजरिंक के कार्य ने कार्बनिक पदार्थों जैसे कार्बन, नाइट्रोजन और सल्फर चक्रों के **सूक्ष्मजीवों की जैवभूरासायनिक भूमिका** (biogeochemical role of

microbes) को स्थापित किया। सूक्ष्मजीव पृथ्वी पर तत्वों के चक्रण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं क्योंकि सूक्ष्मजीवों की अनेक स्पीशीज़ उन रासायनिक रूपांतरणों को कर सकते हैं जिन्हें पादप और जंतु नहीं कर पाते हैं।

बीजरिंक **विषाणु (वाइरसों) (viruses)** के गुण का वर्णन करने वाले पहले व्यक्ति थे। इसके पहले, वाइरस, विषाक्त और संक्रामक कर्मकों के लिए उपयोग किया जाने वाला एक सामान्य शब्द था। बीजरिंक ने विषाणु (वाइरस) शब्द का प्रयोग विशिष्ट रोग करने वाले अणुओं के लिए किया था जो कोशिकाओं में समावेशित हो जाते हैं और संक्रमित कोशिकाओं यानी परपोषी कोशिका से अपने उपयोग के लिए उपापचयी और पुनरावृत्तिक करने वाली मशीनरी को इस्तेमाल में ले लेते हैं। इस क्षेत्र में बाद के परिणाामों ने **विषाणु विज्ञान (वाइरोलाजी)** (Virology) की शाखा को स्थापित किया।

एली मैशिन्कौफ

चित्र 3.8: एली मैशिन्कौफ।

रूसी जंतुविज्ञानी एली मैशिन्कौफ (1845-1916) (चित्र 3.8) ने **प्रतिरक्षा विज्ञान** (immunology) के क्षेत्र में बहुत महत्वपूर्ण योगदान दिया। ये माना जाता था कि रक्त में उपस्थित गैर कोशिकीय अणु, रोग से प्रतिरक्षा के लिए उत्तरदायी है। मैशिन्कौफ ने 1880 के दशक में साबित किया कि शरीर में कुछ ऐसी कोशिकाएं होती हैं जो सूक्ष्मजीवों को अंर्तग्रहित करने में सक्षम थीं। उन्होंने ऐसी कोशिकाओं को भक्षकाणु (phagocyte) कहा, जिसका अर्थ है कोशिका को खाने वाला। सूक्ष्मजीवी संक्रमणों के विरुद्ध शरीर की सुरक्षा में कोशिकीय भक्षकाणुओं की भूमिका प्रतिरक्षा की समझ में पहला चरण था। 1908 में मैशिन्कौफ को भक्षकाणु क्रिया और प्रतिरक्षा विज्ञान पर किए गए उत्कृष्ट कार्य के लिए नोबल पुरस्कार से सम्मानित किया गया।

बोध प्रश्न 1

क) नीचे दिए गए वाक्यों में प्रत्येक के आगे दिए गए स्थान में सही के लिए **(स)** और गलत के लिए **(ग)** लिखिए।

i) एन्टोनवॉन ल्यूवेनहॉक ने अपने द्वारा देखी गई सचल, सूक्ष्मजीवी प्रकारों को जंतुक/एनीमलक्यूल नाम दिया था। ( )

ii) लुई पाश्चर ने अच्छी वाइन में यीस्ट कोशिकाओं को देखा था। ( )

iii) पाश्चर ने निमोनिया के लिए टीका विकसित किया था। ( )

iv) रोबर्ट कोच ने रोग के जर्म सिद्धान्त को बताया था। ( )

v) विनोग्रेडस्की में बैक्टीरिया *बैसीलस एन्थ्रेसिस* पर कार्य करके सहजीवी नाइट्रोजन यौगिकीकरण प्रक्रिया पर अध्ययन किया। ( )

ख) i) पाश्चरीकरण क्या है?

ii) रेबीज़ संक्रमित कुत्ते द्वारा काटे जाने के बाद भी जोसेफ मीस्टर कैसे जीवित बचे?

3.2.2 बीसवीं शताब्दी में परागमन

पाश्चर और कोच के कार्यों ने सूक्ष्मजैविकी के क्षेत्र में अनेक अग्रणी विकास किए जिससे अंततः यह एक विज्ञान के विषय के रूप में स्थापित हुई। ये दो भिन्न दिशाओं में

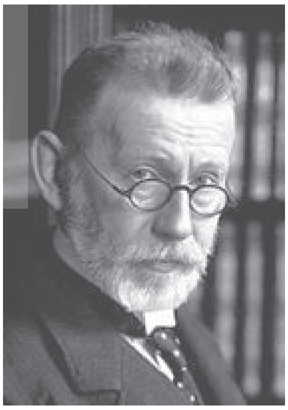
विकसित हुई, मौलिक (basis) तथा अनुप्रयुक्त सूक्ष्मजैविकी (applied microbiology)। अनुप्रयुक्त में, उन यौगिकों की खोज पर ध्यान केन्द्रित किया गया जो रोगाणुओं से लड़ सकते हैं और संक्रमण को नियंत्रित करने में सहायता करते हैं। विभिन्न योगदान कर्ताओं की उपलब्धियों ने सूक्ष्मजैविकी के भिन्न क्षेत्रों जैसे रासायनिक उपचार (chemotherapy), विषाणु विज्ञान (virology), प्रतिरक्षा विज्ञान (immunology) और सूक्ष्मजैविक आनुवंशिकी (microbial genetics) की स्थापना में सहायता की जो आज के व्यापक अनुसंधान के क्षेत्र हैं। इस उपअनुभाग में हम इन क्षेत्रों में कुछ आरंभिक योगदानकर्ताओं के कार्यों का अध्ययन करेंगे।

जोसेफ लिस्टर

चित्र 3.9: जोसेफ लिस्टर।

शल्यक्रिया (surgery) के क्षेत्र में 1840 में एनेस्थीसिया (बेहोश करना) की शुरुआत से बहुत लाभ हुआ और इससे ऑपरेशन की अवधि महत्वपूर्ण नहीं रह गयी थी। यद्यपि, शल्यक्रिया के बाद के संक्रमण गंभीर समस्या बनी रही। जोसेफ लिस्टर (1827-1912) (चित्र 3.9) जोकि एक अंग्रेज वैज्ञानिक थे ने सोचा कि सेप्सिस (जहर फैलना) भी उद्भासित ऊतकों में सूक्ष्मजीवी संक्रमणों के कारण होता होगा। उन्होंने एक एन्टीसेप्टिक, कार्बोलिक अम्ल की सहायता से सूक्ष्मजीवों द्वारा घाव के संक्रमण को रोका। उन्होंने पट्टियों को कार्बोनिक अम्ल में भिगोया जिसका उपयोग एक एन्टीसेप्टिक के रूप में किया जाता था और मरीजों के एक समूह के घावों की मरहमपट्टी की। जबकि मरीजों के दूसरे समूह पर उन्होंने किसी एन्टीसेप्टिक का उपयोग नहीं किया। जिन मरीजों को एन्टीसेप्टिक उपचार मिला था वे जल्दी स्वस्थ हो गए और जिन्हें कोई एन्टीसेप्टिक उपचार नहीं मिला था, उनमें शल्यक्रिया के बाद संक्रमण दिखाई दिए। उन्होंने कार्बोनिक अम्ल के प्रत्यक्ष उपचार के साथ ही उसका एयर स्प्रे (वायु में छिड़काव) भी किया और शल्यक्रिया के लिए भी ताप-निर्जमित यंत्रों/उपकरणों का प्रयोग किया। ये अभिगम अत्यधिक सफल रहा और तब से सर्जरी के बाद के संक्रमण काफी कम हो गए हैं। ये रोग में सूक्ष्मजीवों की भूमिका को स्थापित करने का अप्रत्यक्ष प्रमाण था। लिस्टर को पहली एन्टीसेप्टिक तकनीक विकसित करने का श्रेय जाता है, और उनके द्वारा कार्बोलिक अम्ल के उपयोग की शुरुआत के लगभग 37 वर्ष बाद उन्हें संक्रमण की रोकथाम के उनके कार्य के लिए 'आर्डर ऑफ मेरिट' से सम्मानित किया गया।

पॉल एर्लिक



चित्र 3.10: पॉल एर्लिक।

पॉल एर्लिक (1854-1915) (चित्र 3.10) का जन्म ब्रेस्लो (अब पौलेन्ड) में हुआ था और वो वहां चिकित्सक थे। उनकी दिलचस्पी उन रासायनिक रंजको (dyes) में थी जो विशेषरूप से अंगों, ऊतकों और कोशिकाओं से अभिक्रिया करते हैं। उन्होंने चिकित्सीय उपयोग के लिए उनका परीक्षण शुरु कर दिया। उनका उद्देश्य ऐसी 'मैजिक बुलैट' (जादुई गोली) यानी रसायन का पता लगाना था जो विशिष्ट रूप से रोगाणुओं को मार दे और परपोषी कोशिकाओं को अक्षुण रखे। कुछ रंजक सिर्फ सूक्ष्मजीवों को रंगते हैं, जंतु कोशिकाओं को नहीं, यह सुझाया कि कुछ रसायन संभवतः वरणात्मक रूप से सूक्ष्मजीवों को मार सकते हैं, और परपोषी कोशिकाओं को नहीं। 1880 से 1896 तक उन्होंने कोच की प्रयोगशाला में काम किया और बाद में उस संस्थान के संस्थापक निर्देशक बन गए, जिसे उन्होंने रासायनिक यौगिकों के संश्लेषण के लिए समर्पित कर दिया था। उन्होंने सैकड़ों ऐसे यौगिकों का संश्लेषण किया और 1909 में उन्होंने अपने 606 वें यौगिक डाई हाइड्रोक्सी-डाइऐमीनो आर्सेनोबेन्जीन डाइहाइड्रोक्लोराइड (dihydroxy-diamino arsenobenzene dihydrochloride), का संश्लेषण किया जिसे उन्होंने सेल्वर्सन (salvarsan) कहा। सेल्वर्सन और निओसेल्वर्सन जोकि उनका 914 वां यौगिक थे, दोनों

ही सिफलिस के लिए काफी प्रभावी थे। उनका 418 वां यौगिक (आर्सेनोफेनिल ग्लाइसीन) स्लीपिंग सिकनेस (निद्रा रोग) के लिए बहुत प्रभावी था। एर्लिक ने कीमोथिरेपी (chemotherapy) शब्द दिया। उन्हें अपने शोधकार्य 'एन्टीबोडी फोर्मेशन अगेन्स्ट टॉक्सिन्स (विषों के विरुद्ध एन्टीबॉडी निर्माण) के लिए 1908 में एली मेशिन्कौफ के साथ नोबेल पुरस्कार से सम्मानित किया गया।

चित्र 3.11: एलिक्जैन्डर फ्लेमिंग।

एलिक्जैन्डर फ्लेमिंग

एलिक्जैन्डर फ्लेमिंग (1881-1955) (चित्र 3.11) लंदन के सेन्ट मेरी अस्पताल में स्कॉटलैन्ड के चिकित्सक थे। जब वे *स्टेफाइलोकॉकस ऑरियस* पर काम कर रहे थे तो उन्होंने पाया कि उनमें से एक प्लेट फंफूद से संक्रमित है। फंफूद के इर्दगिर्द एक ऐसा क्षेत्र था जो बिल्कुल साफ था जहाँ *स्टेफाइलोकॉकस* नहीं उग पाया था। उन्होंने फंफूद की पहचान *पेनिसिलियम नोटेटम* के रूप में की। उन्होंने *पी. नोटेटम* को ब्रोथ (मांस के शोरबे) में सवंर्धित किया और इस ब्रोथ की एक बूंद *स्टेफाइलोकॉकस* के संवर्धन पर डाली। *स्टेफाइलोकॉकस* का संवर्धन लुप्त हो गया। उन्होंने ये भी पाया कि अन्य ग्रैम ग्राही (gram + ve) बैक्टीरिया भी फंफूद के लिए संवेदनशील थे। फ्लेमिंग ने निष्कर्ष निकाला कि *पेनिसिलियम* कुछ ऐसे पदार्थ बना रहा था जो बैक्टीरिया की वृद्धि को रोकते थे। उन्होंने इस पदार्थ को **पेनिसिलिन** नाम दिया लेकिन वो इसे शोधित नहीं कर पाए। उनके शोध कार्य पर रिपोर्ट ने दस वर्ष बाद लोगों का ध्यान आकर्षित किया जब ऑक्सफोर्ड विश्वविद्यालय के एच. डब्लू फ्लोरी और ई.चैन ने उनके कार्य के विषय में पढ़ा। उन्होंने पेनिसिलिन को शोधित किया और रासायनिक परीक्षण किए जिससे जादुई औषधि, पेनीसिलिन की खोज हुई। फ्लोरी, चेन और फ्लेमिंग को 1945 में नोबेल पुरस्कार से सम्मानित किया गया।

चित्र 3.12: सेल्मन वाक्समेन।

सेल्मन वाक्समेन

सेल्मन वाक्समेन मृदा सूक्ष्मविज्ञानी थे, जिनका जन्म उक्रैन में हुआ था और 1910 में वो अमेरिका आ गए थे (चित्र 3.12)। उन्होंने अपने सहयोगियों के साथ न्यूजर्सी में रूजर्स यूनीवर्सिटी में दिखाया कि एक्टीनोमाइसिटीज समूह के विभिन्न बैक्टीरिया एन्टीबैक्टीरियल (प्रतिजीवाणविक) पदार्थ निर्मित करते हैं। उन्होंने 1941 में अपने द्वारा पृथक किए गए एक्टीनोमाइसिन तथा अन्य, समान उत्पादों के लिए शब्द **एन्टीबायोटिक** दिया। उन्होंने 1943 में स्ट्रेप्टोमाइसिन की खोज की, जिसे बैक्टीरिया *स्ट्रेप्टोमाइसीज ग्रीसियस* द्वारा बनाया गया था। ये एक अन्य जादुई औषधि साबित हुई, क्योंकि पेनिसिलिन के विपरीत, एक्टीनोमाइसिटीज से प्राप्त एन्टीबायोटिक्स ब्रोड-स्पैक्ट्रम (व्यापक विस्तार) की दवाईयां हैं। स्ट्रेप्टोमाइसिन, ट्यूबरकुलोसिस के उपचार में एक प्रमुख औषधि बन गई। उसी दशक में वाक्समैन तथा अन्य द्वारा निओमाइसिन, क्लोरेमफेनीकोल तथा क्लोरटेट्रासाइक्लीन को पृथक किया गया।

बोध प्रश्न 2

क) कॉलम I में दिए गए आइटम का कॉलम II से मिलान कीजिए।

कॉलम I	**कॉलम II**
a) रोबर्ट कौच	i) *एजोटोबैक्टर*
b) फैनी हैसी	ii) एन्टीसेप्टिक
c) बीजरिंक	iii) सेल्वर्सन
d) पॉल एर्लिक	iv) शुद्ध संवर्ध
e) जोसेफ लिस्टर	v) पेनिसिलिन
f) एलिक्जैन्डर फ्लेमिंग	vi) ऐगार

ख) निम्नलिखित वाक्य में सत्य के लिए (स) एवं असत्य के लिए (अ) दिए गए कोष्ठक में लिखिए।

i) सूक्ष्मजीवी जगत् की खोज एन्टोन वॉन ल्यूवेनहॉक ने की थी। ( )

ii) उग्र बैक्टीरिया के क्षीणीकृत संवर्धन से टीका लुई पाश्चर द्वारा विकसित किया गया था। ( )

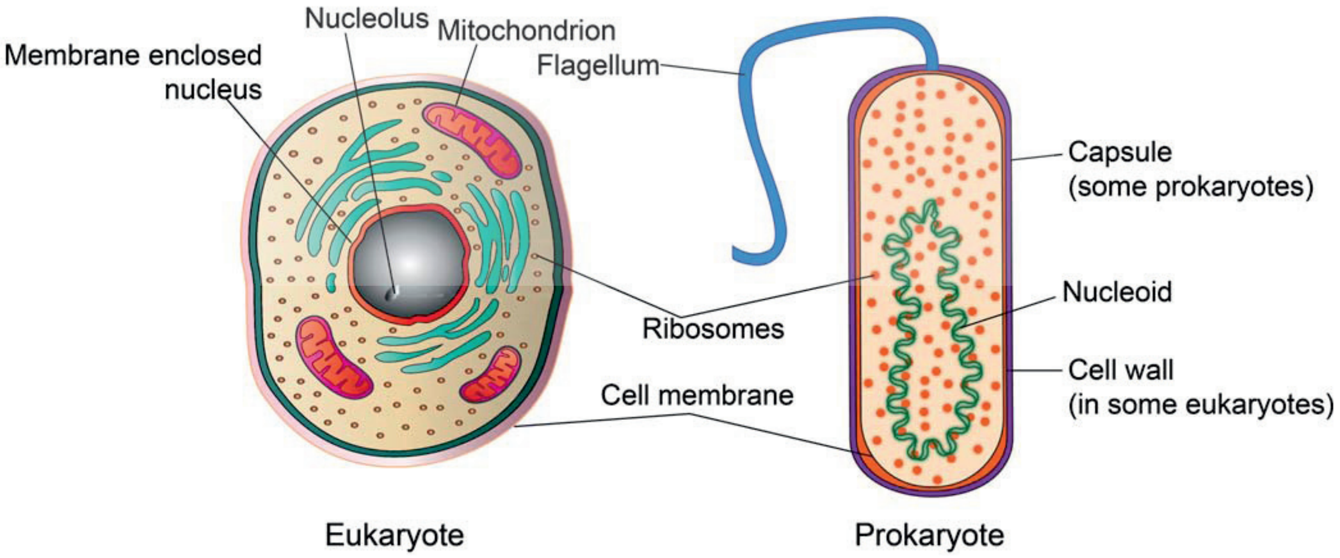
iii) रोग के जर्म सिद्धान्त की नीव कोच ने रखी थी। ( )

iv) कोच की अवधारणाओं के अनुसार प्रत्येक रोगी जंतु और स्वस्थ जंतु में एक विशिष्ट सूक्ष्मजीव पाया जाता है। ( )

3.3 असीमकेन्द्रकी और ससीमकेन्द्रकी कोशिका

कोशिका सभी सजीवों की मौलिक संरचनात्मक इकाई है। ये एक आत्मनिर्भर इकाई है जो अपने इर्दगिर्द के परिवेश से कोशिकाद्रव्यी कला (cytoplasmic membrane) द्वारा पृथक रहती है जो इसकी स़ीमा को निर्धारित करने का काम करती है। इसमें अनुवांशिक पदार्थ और विभिन्न अंगक होते हैं। कोशिका भले ही वह बैक्टीरिया, आर्किया अथवा ससीमकेन्द्रकी जीवों किसी की भी हो, अपने विभिन्न कार्यो के लिए ऊर्जा के स्रोत के रूप में ATP का प्रयोग करती है। असीमकेन्द्रकी जीवों (prokaryotes) यानी बैक्टीरिया और आर्किया की सजीव कोशिकाओं का संगठनात्मक पैटर्न ससीमकेन्द्रकी जीवों (eukaryotes) जैसे प्रोटिस्ट, कवक, पादप और जंतुओं से भिन्न होता है।

असीमकेन्द्रकी कोशिका, ससीमकेन्द्रकी कोशिका से छोटी पर संरचना में सरल होती है (चित्र 3.13)। कोशिका प्लैस्माकला से बद्ध होती है और कोशिका के अंदर गाढ़ा, जैली द्रव होता है जो साइटोसोल (cytosol) कहलाता है जिसमें सभी कोशिकीय घटक निलंबित रहते हैं। कोशिका में सूक्ष्म संरचनाएं होती हैं जिन्हें राइबोसोम कहते हैं जो प्रोटीन बनाती हैं।



चित्र 3.13: असीम केन्द्रकी तथा ससीमकेन्द्रकी कोशिका।

अधिकतर असीमकेन्द्रकीयों में काफी कठोर, रासायनिक रूप से जटिल कोशिका भित्ति होती है जो कोशिका की रक्षा करती है एवं उनके आकार को बनाए रखने में सहायक होती है। अतः जीवाणु कोशिका का एक जटिल कोशिका आवरण होता है जो कोशिका के प्रोटोप्लाज्म को धेरे रहती है और इसका DNA केन्द्रकाभ (nucleoid) (केन्द्रक जैसा) नामक क्षेत्र में कुंडलित रहता है, लेकिन कोई कला DNA को नहीं घेरे रहती है। प्रोकेटियोटिक जीवाणु प्रकाशसंश्लेषी भी होते है तथा साइनोबैक्ट्रीरिया के नाम से जाने जाते है जिसे आप खंड 2 एल्गी में पढ़ेंगे।

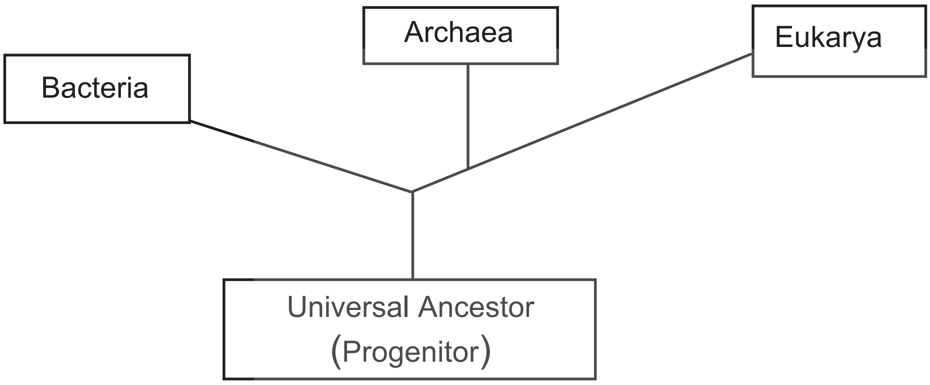
इसके विपरीत ससीमकेन्द्रकी कोशिका में सुव्यस्थित केन्द्रक होता है। वास्तव में सभी ससीमकेन्द्रकी कोशिकाओं में किसी न किसी समय केन्द्रक पाया जाता है लेकिन बैक्टीरिया और आर्किया की कोशिका में केन्द्रक कभी नहीं पाया जाता है। ससीमकेन्द्रकी का अर्थ है "वास्तविक केन्द्रक" जबकि असीमकेन्द्रकी का अर्थ है "केन्द्रक के पहले" (पूर्वकेन्द्रकी)।

बैक्टीरिया, आर्किया और ससीमकेन्द्रकी कोशिकाओं के बीच मुख्य अन्तर नीचे सारणी 3.2 में दिए गए हैं।

सारणी 3.2: ससीमकेन्द्रकी जीवों तथा असीमकेन्द्रकी बैक्टीरिया और असीमकेन्द्रकी आर्किया की कोशिकाओं की संरचनाओं की तुलना।

संरचना	असीमकेन्द्रकी बैक्टीरिया (जीवाणु) कोशिका	असीमकेन्द्रकी आर्किया कोशिका	ससीमकेन्द्रकी जीव की कोशिका
कोशिकाद्रव्य कला	+	+	+
DNA को घेरे हुए केन्द्रक कला युक्त केन्द्रक	–	–	+
वास्तविक क्रोमोसोम के रूप में व्यवस्थित DNA के साथ संबद्ध हिस्टोन प्रोटीन	–	–	+
राइबोसोम	70s	70s	80s
कोशिक भित्ति	+	+	±
कोशिक भित्ति के संधटक	पेपटीडोग्लाइकैन	स्यूडोपेपटी–डोग्लाइकैन	अगर उपस्थित है तो सेल्यूलोज की बनी होती है
आतंरिक अंगक	–	–	+
क्लोरोप्लास्ट	–	–	±
माइटोकोन्ड्रिया	–	–	+
एन्डोप्लैस्मिक रेटीकुलम	–	–	+
गॉल्जी एपरेटस	–	–	+
धानियां	–	–	±
कषाभ	+	+	+
9+2 सूक्ष्मनलिकीय व्यवस्था	–	–	+

अब ये पता चल गया है कि विकास की तीन प्रमुख धाराएं थी जिन्होंने कोशिकीय विकास के तीन पृथक डोमेन/क्षेत्र निर्मित किए गए हैं; बैक्टीरियाई कोशिकाएं, आर्किया की कोशिकाएं तथा ससीमकेन्द्रकी कोशिकाएं (चित्र 3.14)। सिर्फ आर्किया और बैक्टीरिया ही असीमकेन्द्रकी कोशिकाओं वाले जीव हैं। ये एक ही प्रजनक (progenitor) कोशिका से विकास की भिन्न धाराओं में विकसित हुए हैं। आर्किया संरचनात्मक संगठन में यद्यपि बैक्टीरिया के समान होते हैं लेकिन आणविक आधार पर ससीमकेन्द्रकी जीवों से समान रूप से संबन्धित हैं।



चित्र 3.14: बैक्टीरिया, आर्किया और यूकैरियोट/ससीमकेन्द्रकी जीवों के विकासात्मक पथ को दर्शाता जातिवृत्तिय वृक्ष।

3.4 सामान्य विशेषताएं

आप जीवाणु एवं ससीमकेन्द्रकी कोशिका के बीच अन्तर जान चुके हैं। आइए अब जीवाणु कोशिका की आकारीकी गुणों जैसे : आमाप, आकार और व्यवस्था आदि विशेषताओं के बारे में पढ़ें।

3.4.1 आमाप

बैक्टीरिया (जीवाणु) माप में बहुत ही छोटे होते हैं। इनका माप 0.2µm से 2.0µm तक परिवर्ती होता है। कॉकस 0.5-3.0µm के बीच, बैसीलस 0.2µm से 2.0µm व्यास के और 0.5 µm से 20.0 µm लंबाई के होते हैं। विब्रियो और स्पाइरिलम 0.2 µm से 2.0 µm व्यास के और 0.5 µm से 100 µm लंबाई के होते हैं। स्पाइरोकीट 0.1 µm से 3.0 µm व्यास तथा 0.5 µm से 250 µm लंबाई के विस्तार में होते हैं।

हम बिना किसी यंत्र की सहायता के नग्न आंखों से 200 µm तक के पिंड को देख सकते हैं जबकि चिकित्सीय महत्व के बैक्टीरिया माप में 0.2-1.5 µm सामान्यतः व्यास और लगभग 3-5 µm लंबाई के होते हैं।

> बैक्टीरियोलोजी (जीवाणु विज्ञान) में मापन की इकाई माइक्रोन अथवा माइक्रोमीटर (µm) है।
>
> 1 माइक्रोन (µ) अथवा माइक्रोमीटर (µm) = मीटर का दस लाखवां भाग अथवा मिलीमीटर का हजारवां भाग।
>
> एक मिलीमाइक्रोन (mµ) अथवा नेनोमीटर (µm) = माइक्रोन का एक हजारवां भाग अथवा मिलीमीटर का दस लाखवां भाग।
>
> 1 एंगस्ट्रोम इकाई (A°)= नेनोमीटर का एक बटे दसवां भाग ।

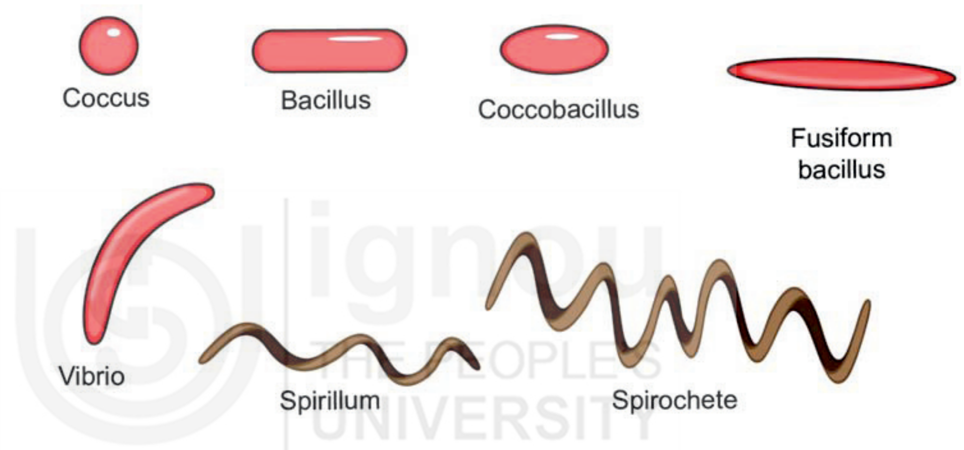
3.4.2 बैक्टीरिया का आकार

आकार के आधार पर बैक्टीरिया को अनेक प्रकारों में वर्गीकृत किया गया है (चित्र 3.15)

- **कोकास (Coccus) :** (कोकाई-बहुवचन) (कॉकस का अर्थ है बेरी/अष्ठिल फल) गोल अथवा लगभग गोल होते हैं।
- **बेसीलस (Bacilus) :** (बेसीलाई-बहुवचन) (बैकुलस से जिसका अर्थ है छड़) अपेक्षाकृत सीधी, छड़ाकार (बेलनाकार) कोशिकाएं हैं। कुछ बेसीलाई में कोशिकाओं की लंबाई उनकी चौड़ाई के बराबर हो सकती है। ऐसी बेसीलाई प्रकारें

कोकोबेसीलाई (coccobacilli) कहलाती है और इन्हें सावधानीपूर्वक कोकस से विभेदित किया जाना चाहिए।

- **विब्रियोस (Vibrios) :** विब्रियो वक्रित या कोमा के आकार की छड़े हैं और इनका ये नाम इनकी विशिष्ट स्पंदनशील गतिशीलता के कारण है।
- **स्पाइरिलम (Spirillum) :** (स्पाइरिला-बहुवचन) स्पाइरिलम दृढ़ सर्पिल अथवा कुंडलिनी प्रकारें हैं।
- **स्पाइरोकीट (Spirochetes) :** स्पाइरोकीट (*स्पाइरा* से जिसका अर्थ है कुंडलन और कीट्स माने रोम) लचीली सर्पिल प्रकारें हैं।
- **माइकोप्लैस्मा (Mycoplasma) :** माइकोप्लैस्मा कोशिकाभित्ति हीन बैक्टीरिया है और इसलिए इनकी स्थिर आकारिकी नहीं होती है। ये गोल अथवा अंडाकार पिंडों तथा अंतग्रंथित तंतुओं के रूप में पाए जाते हैं। माइकोप्लैस्मा सबसे छोटी कोशिका के रूप में जानी जाती है।



चित्र 3.15: बैक्टीरिया के आकार।

3.4.3 बैक्टीरिया की कोशिकाओं की व्यवस्था

रोगजनी बैक्टीरिया की स्पीशीज़ गोल (कॉकाई), छड़ाकार (बेसीलाई) तथा सर्पिल (spiral) दिखाई देती हैं। बैक्टीरिया कभी-कभी विशिष्ट कोशिकीय व्यवस्था अथवा समूहन दर्शाते हैं (चित्र 3.16)। इस प्रकार की कोशिकीय व्यवस्था का निर्धारण उस तल द्वारा जिससे द्विखंडन (binary fission) होता है और संतति कोशिकाओं की विभाजन के बाद भी जुड़े रहने की प्रकृति के भी कारण होता है।

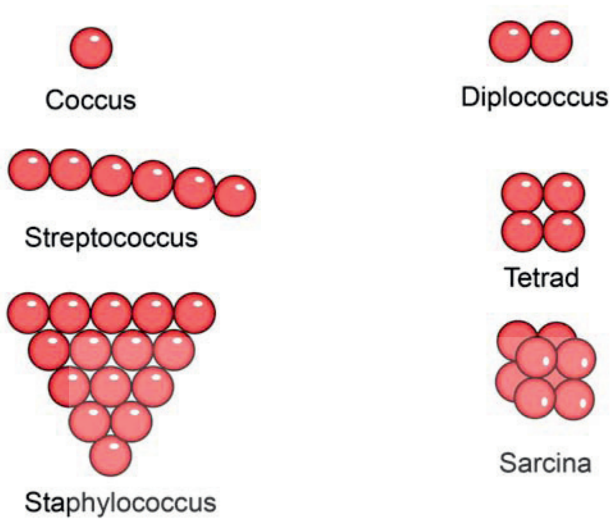
कॉकस व्यवस्था

i) **डिप्लोकॉकाई (Diplococci) :** जब कॉकस विभाजन करते हैं तो कॉकस युग्मों में (डिप्लोकॉकस) व्यवस्थित रहते हैं और एक साथ रहते हैं।

ii) **लंबी श्रृंखलाएं (Long chains) :** लंबी श्रृंखलाएं (जीनस *स्ट्रेप्टोकॉकस, एन्टेरोकॉकस* तथा *लैक्टोकॉकस*) जब कोशिकाएं एक तल में पुनरावर्ती विभाजनों के बाद जुड़ी रहती हैं।

iii) **अंगूर जैसे गुच्छे (Grapes like clusters) :** अंगूर जैसे गुच्छे (जीनस *स्टेफाइलोकॉकस*) जब कॉकस यादृच्छिक तलों में विभाजन करते हैं।

iv) **चतुष्टक (Tetrads) :** चार कोशिकाओं के वर्गाकार समूह, जब कॉकस दो तलों में विभाजन करते हैं, जैसे कि जीनस *माइक्रोकॉकस* के सदस्य।



चित्र 3.16: जीवाणु कोशिका की व्यवस्था।

v) **घनाकार पैकेट (Cubical packet) :** आठ कोशिकाओं में घनाकार गुच्छे (जीनस *सारसीना*) जब कॉकस तीन तलों में विभाजित होते हैं।

बैसीलस की व्यवस्था

बैसीलस सिर्फ अपनी छोटी अक्षों से विभाजित होते हैं, इसलिए उनके द्वारा बने पैटर्न सीमित होते हैं। छड़ के सिरे का आकार अक्सर स्पीशीज़ के बीच परिवर्ती होता है और चपटा, गोल, सिगार के आकार का अथवा द्विभाजित हो सकता है। कुछ बेसीलस श्रृंखलाओं में भी व्यवस्थित हो सकते हैं (स्ट्रेप्टोबैसीलाई)। अन्य एक दूसरे से भिन्न कोणों पर व्यवस्थित रहकर अंग्रेजी अक्षर 'V' जैसे लगते हैं और फानाकार (cuneiform) अथवा चीनी अक्षर व्यवस्था दर्शाते हैं और ये *कोरिनीबैक्टीरियम डिप्थीरीया* विशेषता है।

बोध प्रश्न 3

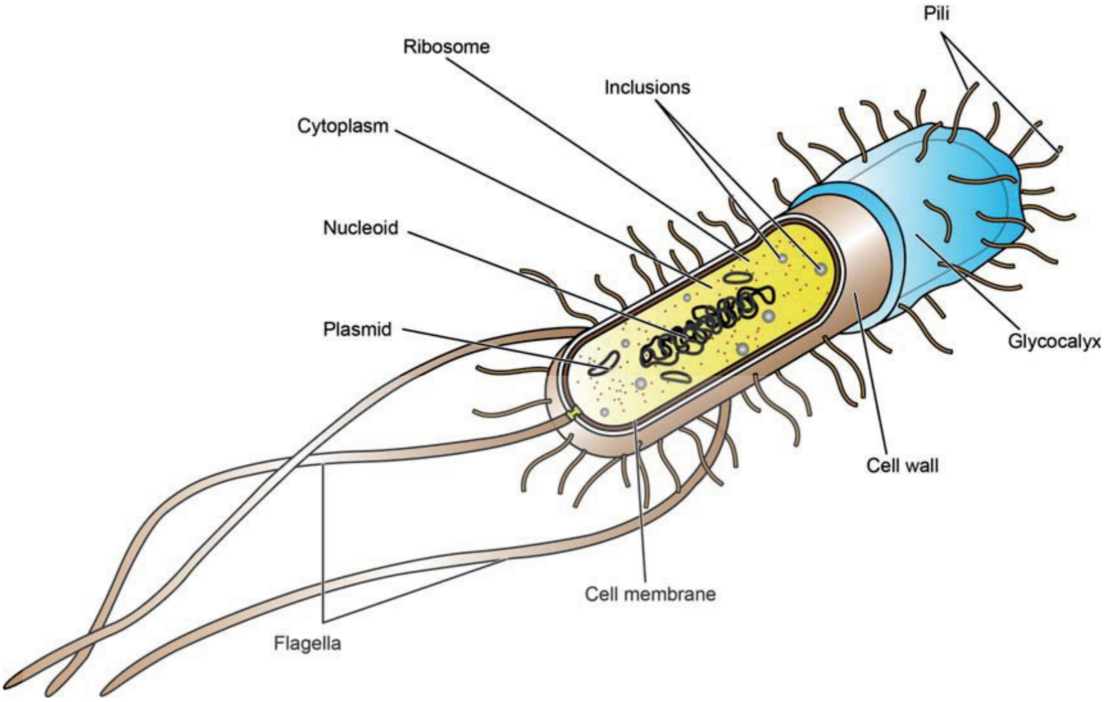
क) एक बैक्टीरिया की कोशिका का चित्र बनाइए और इसे उचित रूप से चिन्हांकित कीजिए।

ख) बैक्टीरिया की कोशिका और एक ससीमकेन्द्रकी कोशिका के बीच अन्तर बताइए।

ग) सिर्फ चित्रों की सहायता से बैक्टीरिया के आकार और बैक्टीरिया की व्यवस्था को दर्शाइए।

3.5 कोशिका भित्ति एवं इसके अवयव

जीवाणु कोशिका भित्ति मज़बूत, दृढ़ एवं लचीली संरचना होती है जो इसे आकार प्रदान करती है और यह आप पहले ही पढ़ चुके हैं। यह कुछ सरंध्र होती है जिससे यह छोटे अणुओं के प्रवाह के आवा-गमन में सहायता करती है, इस सेक्शन में आप कोशिका भित्ति की आकारिकी एवं कार्य और विभिन्न प्रकार के जीवाणु आसंजकों के बारे में विस्तार से पढ़ेंगे (चित्र 3.17)।



चित्र 3.17: बैक्टीरिया की कोशिका।

3.5.1 कोशिका भित्ति

अधिकांश बैक्टीरिया कोशिकाओं में उप-दृढ़ कोशिका भित्ति होती है। ये बैक्टीरिया की कोशिका के आकार का निर्धारण करती है। ये अपेक्षाकृत संरघ्र होती है, इसलिए यह कोशिकाद्रव्य कला के आरपार छोटे अणुओं का प्रवाह सुगम बनाती है। कोशिकाभित्ति पूरी कोशिका सतह को ढंके रहती है और इस प्रकार एक बहिःकंकाल (exoskeleton) की तरह कार्य करके कोशिका को क्षति और चोट आदि से बचाती है। कोशिकाद्रव्यी कोशिका कंकाल के साथ ही यह कोशिकाओं का आकार बनाए रखती है और कोशिका आवरण को कोशिका कला के उच्च अन्तराकोशिकीय जलदाब के विरुद्ध प्रबलीकृत करती है अन्यथा अगर कोशिका भित्ति न हो तो बैक्टीरिया की कोशिका फट जाएगी अथवा परासरणी (osmolysis) लयन कर लेगी।

बैक्टीरिया और सायनोबैक्टीरिया की कोशिका भित्तियां पादपों से भिन्न होती हैं, क्योंकि ये सेलुलोस की नहीं बल्कि म्यूकोपेप्टाइड (पेप्टिडोग्लाइकन) की बनी होती है। ये अन्तर ऐसा स्थल प्रदान करता है जहाँ बैक्टीरिया के रोगाणुओं पर एन्टीबायोटिक्स का हमला रोगी ससीमकेन्द्रकी पादप अथवा जंतु कोशिकाओं को क्षति पहुंचाए बिना संभव हो सकता है।

म्यूकोपेप्टाइड एक पोलीमर (बहुलक) है जो NAG (N- एसीटिल ग्लूकोसेमीन) और NAM (N-एसीटिल म्यूमेरिक अम्ल) की एकांतरी इकाइयों का बना होता है जो β-1-4 लिन्केज द्वारा जुड़ी रहती हैं। NAG और NAM एमीनो शर्कराएं हैं। म्यूकोपेप्टाइड श्रृंखलाएं ऐमीनो अम्लों की छोटी श्रृंखलाओं जैसे लाइसीन द्वारा पार्श्व रूप से जुड़ी रहती हैं, जो म्यूरेमिक अम्ल अणुओं के कार्बोक्सिल समूह पर उत्पन्न होती हैं श्रृंखलाओं की क्रॉसलिंकिंग (cross linking) के लिए अनिवार्य है।

ग्रैम ग्राही (+ve) और ग्रैम (-ve) अग्राही बैक्टीरिया की कोशिका भित्तियां अपने रासायनिक संयोजन में भिन्न होती हैं। ग्रैम ग्राही बैक्टीरिया की भित्ति समांगी होती है जिसमें 85 प्रतिशत या अधिक म्यूकोपेप्टाइड तथा सामान्य पोलीसैकेराइड जैसे टीकोइक अम्ल (टीकोइस = भित्ति) होते हैं जो रिबीटोंल (ribitol) और ग्लिसरोल फॉस्फेट

(glycerol phosphates) के पोलीमर हैं। टीकोइक अम्ल (teichoic acid) एन्टीजन की तरह काम करता है और आयनों के प्रवेश को भी नियंत्रित करता है। ग्रैम अग्राही बैक्टीरिया की कोशिका भित्ति में सिर्फ 3 से 12 प्रतिशत म्यूकोपेप्टाइड होते हैं, और शेष लिपोप्रोटीन (lipoprotein) और लिपोपोलीसैकेराइड (lipopolysaccharides) होते हैं। ग्रैम अग्राही बैक्टीरिया को सिर्फ इलैक्ट्रोन माइक्रोफोटोग्राफ द्वारा देखा जा सकता है जो त्रिपरतीय अर्थात तीन परतों वाला प्रतीत होता है। ये एक **भीतरी** कोशिकाद्रव्यी कला, **मध्य** परिद्रव्यी रिक्त स्थान जिसमें म्यूकोपेप्टाइड होते हैं और एक **बाहरी** कला से मिलकर बना होता है। ग्रैम अग्राही बैक्टीरिया की भित्ति एक चलनी की भांति कार्य करती है। बाहरी कला में पोरिन नामक प्रोटीन होते हैं, जो जलीय पथ/चैनल बनाते हैं जिनसे होकर छोटे अणु निकल सकते हैं। ग्रैम ग्राही और ग्रैम अग्राही बैक्टीरिया की कोशिका भित्तियों के बीच अन्तर को सारणी 3.3 में दिखाया गया है।

सारणी 3.3: ग्रैम ग्राही तथा ग्रैम अग्राही बैक्टीरिया की कोशिका भित्तियों के बीच अन्तर

लक्षण	ग्रैम ग्राही	ग्रैम अग्राही
इलैक्ट्रोन माइक्रो फोटोग्रॉफ दिखना	समांगी परत	3-परतीय
रासायनिक संयोजन	म्यूकोपेप्टाइड भित्ति का प्रमुख भाग (शुष्कभार का 85 प्रतिशत) शेष सरल पोलीसैकेराइड जैसे टीकोइक अम्ल का बना होता है। वसा नहीं पाई जाती है।	म्यूकोपेप्टाइड अम्ल कुल शुष्कभार का सिर्फ 3-12 प्रतिशत बनाता है; प्रमुख भाग लिपोप्रोटीन, लिपोपोलीसैकेराइड कॉम्प्लैक्स से बनाता है, अतः इनकी भित्तियों में वसा की उच्च मात्रा होती है। टीकोइक अम्ल अनुपस्थित होता है।
दृढ़ता	म्यूकोपेप्टाइड की अधिक मात्रा के कारण काफी दृढ़ होती है।	लिपोप्रोटीन, लिपोपोलीसैकेराइड की नम्य प्रकृति के कारण कम दृढ़ होती है।
बाहरी कला	अनुपस्थित	उपस्थित
परिद्रव्यी अवकाश	अनुपस्थित	उपस्थित
एन्जाइमी पाचन के फलस्वरूप बनता है	जीवद्रव्य	स्फेरोप्लास्ट (sphaeroplast)

कोशिकाभित्ति के कार्य :

- कोशिका को आकार और दृढ़ता प्रदान करना,
- निर्बल कोशिकाद्रव्यी कला को जीवद्रव्य के उच्च आंतरिक परासरणी दाब (5 से 25 वायुमंडली दाब के विस्तार में) के विरुद्ध बल देना।

- बैक्टीरिया के विशिष्ट आकार को बनाए रखना,
- कोशिका विभाजन में भागीदारी करना,
- अन्य बैक्टीरिया और स्तनधारी कोशिकाओं के साथ परस्पर क्रिया (जैसे आसंजन) में कार्य करती हैं।
- कुछ बैक्टीरियाई वाइरस के संलग्नन के लिए विशिष्ट प्रोटीन और कार्बोहाइड्रेट ग्राही प्रदान करना।

3.5.2 सतह आसंजक

अनेक बैक्टीरियाई स्पीशीज़ पोलीसैकेराइड अथवा कई जटील पोलीसैकेराइड और छोटे प्रोटीन, जिन्हें **ग्लाइकोकैलिक्स** (ग्लाइकोल 'मीठा', *केलिस* (*calyx*) = 'आवरण') कहते हैं, को स्त्रावित करती हैं। ये परत मोटी और कोशिका से सहसंयोजक (covalently) रूप से बद्ध हो सकती है और ऐसी स्थिति में यह **कैप्सूल** कहलाती है। एक अपेक्षाकृत पतली श्लथ रूप से संबद्ध परत **अवपंक परत** (slime layer) कहलाती है। ग्लाइकोकैलिक्स युक्त कोशिकाओं वाली कोलोनी आर्द्र और चमकदार दिखाई देतीं है।

ग्लाइकोकैलिक्स कोशिका और बाह्य परिवेश के बीच एक बफर (buffer) की तरह काम करता है। अपनी उच्च जल की मात्रा के कारण ग्लाइकोकैलिक्स कोशिकाओं को शुष्कन से बचाता है। ग्लाइकोकैलिक्स की दूसरी प्रमुख भूमिका कोशिकाओं को सतह से जोड़े रखना है। उदाहरण के लिए *विबियों कोलरा* की ग्लाइकोकैलिक्स कोशिकाओं को परपोषी की आंत की भित्ति से जुड़ना संभव करता है। *स्ट्रेप्टोकॉकस म्यूटेन्स* जो दंत क्षय का एक प्रमुख कर्मक है, में एक अवपंक परत होती है जिसमें **डैक्सट्रान (dextran)** नामक पोलीसैकेराइड के उलझे हुए तंतुओं का पिंड होता है।

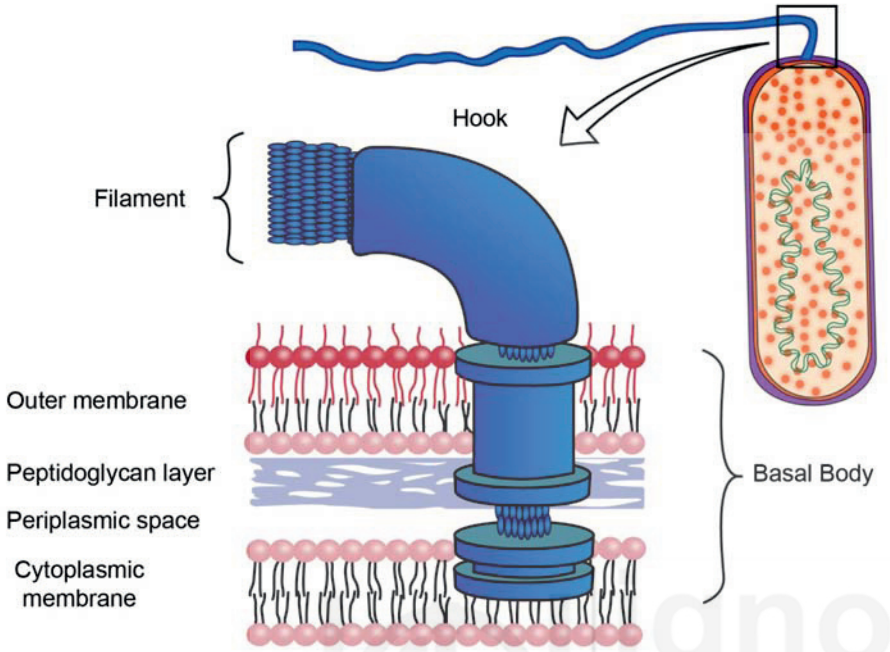
कषाभ

जीवाणु अचल या अशूक (atrichous) कहलाते हैं जब कषाभ नहीं पाया जाता जैसे *स्टैफाइलोकॉकस, स्ट्रैपटोकॉकस*। जीवाणु चल माने जाते है जब कोशिका पर एक या अधिक कषाभ उपस्थित होते है, जब कषाभ एक या दोनों सिरों पर पाए जाते है तो यह ध्रुवीय (Polar) कहलाते है (जैसे *विब्रियो, स्यूडोमोनास*) या यह पूरी कोशिकीय सतह पर पाए जाते है जब परिपक्ष्माम (peritrichous) कहलाते है (जैसे *ई.कोलाई*) कषाभ की लम्बाई 10μm जव 20μm तक होती है।

कई बार कषाभ कोशिका के व्यास से अधिक भी लंबे होते हैं। प्रत्येक कषाभ कुंडलिनी तंतु, हुक तथा आधारी पिंड का बना होता है जो कोशिका आवरण से जुड़ा रहता है (चित्र 3.18)। ये ससीमकेन्द्रकी जीवों के कषाभ अथवा पक्ष्माभ (cilia) 9+2 संरचना की अनुपस्थिति के कारण भिन्न होते हैं। कषाभ एक बेलनाकार, खोखला फ्लेजिलिन नामक प्रोटीन अणुओं का बना तंतु होता है जो संरचनात्मक रूप से बाल तथा पेशियों के प्रोटीन के समान होते हैं। आधारी पिंड जीवद्रव्यकला से जुड़ा रहता है; हुक भित्ति को भेध देता है और तंतु वह भाग होता है जिसे आप अभिरंजित कोशिका में देख सकते हैं। कोशिका भित्ति, कषाभ की गति के लिए महत्वपूर्ण होती है।

आधारी पिंड (basal body) बीस से अधिक भिन्न प्रोटीन का समुच्चयन होता है जो एक मध्य छड़ और उसे घेरे हुए वलयों का सेट बनाती है। ग्रैम-ग्राही बैक्टीरिया कोशिकाओं में वलयों का एक जोड़ा कोशिका कला में धंसा रहता है और एक वलय कोशिका भित्ति में रहता है, जबकि ग्रैम अग्राही बैक्टीरिया कोशिकाओं में वलयों का एक जोड़ा कोशिका कला में धंसा रहता है और दूसरा जोड़ा कोशिभित्ति में रहता है।

आधारी पिंड एक शक्तिशाली जैविक मोटर अथवा रोटरी इंजन को प्रदर्शित करता है जो दृढ़ तंतु का प्रोपेलर जैसा घूर्णन उत्पन्न करता है। घूर्णन के लिए ऊर्जा आधारी पिंड से संबद्ध प्रोटीनों से कोशिका में प्रोटोनों (हाइड्रोजन आयन; H^+) के विसरण से आती है। यह ऊर्जा तंतु के लिए 1500 rpm (चक्र प्रति मिनट) चक्र तक उत्पन्न करने के लिए पर्याप्त होती है जिससे कोशिका आगे बढ़ती है।



चित्र 3.18: कषाभ की संरचना।

कषाभ कोशिका को द्रव से होकर आगे की ओर बढ़ने के लिए प्रोपेलर की भांति कार्य करते हैं, भले ही वह महासागर का पानी हो, संवर्धन नली में ब्रॉथ हो अथवा मानव आंत में पाए जाने वाले तरल हों। जब कषाभ अथवा कषाभों का पूल घड़ी के विपरीत दिशा में वामावर्त घूमते हैं तो कोशिका सीधे आगे की ओर गति करती है, जिसे 'रन' (run) कहते हैं। ये 'रन' कुछ सैकिन्ड तक रहते हैं और कोशिकाएं प्रति सैकिन्ड शरीर की लंबाई की 10 गुना तक गति कर सकती हैं (सबसे तेज़ भागने वाला व्यक्ति प्रति सैकिन्ड शरीर की लंबाई का 5-6 गुना तक भाग सकता है, अतः बैक्टीरिया की कोशिकाओं की ये गति मनुष्य की आंत में पाए जाने वाले मोलासेज जैसे परिवेश के लिए अत्यधिक है)। कषाभी घूर्णन के व्युत्क्रमण (दक्षिणावर्त गति) से कोशिका एक सैकिन्ड के लिए यादृच्छिक रूप से कलामंडी (tumble) होता है क्योंकि कषाभ अकुन्डलित और असमन्वयित हो जाते हैं। कलामंडी खाने से दिशा परिवर्तन होता है जिससे जब कषाभ पुनः वामावर्त्त घूमते हैं, तो दूसरा रन होता है जिससे कोशिका नई, यादृच्छिक दिशा में आगे बढ़ती है। परिवेश में पोषकों की खोज करते समय (जैसे सामान्य शर्कराएं, ऐमीनो अम्ल), एक कषाभी बैक्टीरियाई कोशिका अपने रन और कलामंडी में फेरबदल कर सकती है जिससे वह पोषक की ओर बढ़ती है। यह प्रक्रिया **रसायन अनुचलन (chemotaxis)** कहलाती है।

इसी प्रकार का सचल व्यवहार प्रकाशसंश्लेषी जीवों में दिखाई देता है जो प्रकाश की ओर गति करते हैं (प्रकाशानुगति (phototaxis) अथवा अन्य कोशिकाओं में दिखता है जो आक्सीजन की दिशा में गति करेगी (aerotaxis)।

एक अन्य प्रकार का कषाभी संगठन स्पाइरोकीट में पाया जाता है जो ग्रैम अग्राही कुंडलित बैक्टीरियाई स्पीशीज़ का समूह है। कोशिकाएं कषाभ द्वारा गति करती हैं जो कोशिका के एक अथवा दोनों ध्रुवों से विस्तारित होकर कोशिका पिंड पर पलटकर वलयित हो जाते हैं। ऐसे अन्तः कषाभ (endoflagella) परिजीवद्रव्य (periplasm) नामक क्षेत्र में पाए जाते हैं। गतिशीलता कषाभ के सामान्य घूर्णन द्वारा जनित होने वाली ऐंठन के कारण होती है, दूसरे शब्दों में, कोशिका कॉर्कस्क्र (corkscrew) गति से तैरती है।

> सूक्ष्मजीव विज्ञानी अक्सर उत्सूत्र (pili) शब्द का प्रयोग झालर/फिम्ब्री के लिए परस्पर परिवर्तनीय रूप से करते हैं।

उत्सूत्र (Pili)

उत्सूत्र (pili) (एकवचन -'पीलस' या उत्सूत्र का मतलब बाल) अथवा फिम्ब्री (झालर) छोटे, सीधे, संख्या में अनेक पतले फाइबर जैसे होते हैं (चित्र 3.17) और अधिकांश ग्रैम-अग्राही बैक्टीरियाई स्पीशीज़ की सतह से बाहर निकले रहते हैं और हाल के वर्षों में यह अनेक ग्रैम ग्राही बैक्टीरिया स्पीशीज़ में भी पाए गए हैं। ये दृढ़ फाइबर/तंतु जो पिलिन नामक प्रोटीन के बने होते हैं विशिष्ट आसंजक अणु (adhesive molecule) पर जिन्हें आसंजन कहते हैं टिकणी/पाड़ (scaffolding) की तरह काम करते हैं और सिरे से जुड़े रहते हैं। उत्सूत्र का प्रारंभिक कार्य बैक्टीरिया की कोशिका को अन्य वस्तुओं से संलग्न करना है। इसमें बैक्टीरिया का विभिन्न सतहों से साथ ही एक दूसरे से चिपकना भी सम्मिलित है। मनुष्य के रोगाणुओं के रूप में उत्सूत्र एक उग्रता कारक (virulence factor) के रूप में काम करते हैं क्योंकि ये रोगाणु का ऊतक से संबद्ध होना और/अथवा भक्षकाणुक श्वेत रक्त कोशिकाओं (white blood cells) द्वारा हमले का प्रतिरोध करना संभव बनाते हैं।

कुछ बैक्टीरिया स्पीशीज़, F उत्सूत्र (fertility pilus) बनाती हैं जो बैक्टीरिया के युग्मन में सम्मिलित होती हैं और इस प्रक्रिया के काल में वे सिर्फ उन्हीं कोशिकाओं पर पाई जाती हैं जो अन्य कोशिका को DNA प्रदान करती है। F उत्सूत्र संलग्नन (attachment pili) उत्सूत्रों से लंबे होते हैं और एक कोशिका पर सिर्फ एक अथवा कुछ निर्मित होते हैं। ये संयुग्मन उत्सूत्र उपयुक्त ग्राही बैक्टीरिया कोशिका से संपर्क करके दाता से ग्राही बैक्टीरिया कोशिकाओं में DNA के स्थानांतरण को सुगम बनाते हैं। ये प्रक्रिया संयुग्मन (Conjugation) कहलाती है।

उत्सूत्र सतह से स्वयं को संबद्ध करके और फिर संकुचित होकर बैक्टीरिया को आगे खींचकर गति में भी सहायता करते हैं। यह गति, 'स्फुरण गति' (twitching motility) अथवा विसर्पण (gliding motility) गति भी कहलाती है।

बोध प्रश्न 4

क) कशाभ और उत्सूत्र के बीच अन्तर बताइए।

ख) कशाभ के कार्यों का वर्णन कीजिए।

3.6 प्रोटोप्लाज्म

पूर्व उपभाग में आप ने जीवाणु की कोशिका भित्ति के बारे में पढ़ा। कोशिका भित्ति जीवद्रव्य को धेरे रहती है जिसमें कोशिकाद्रव्य, राइबोसोम, मीसोसोम, कणिकाएं, केन्द्रकाभ और प्लैस्मिड पाये जाते हैं। जीव द्रव्य के मुक्ष्य घटक जल, कार्बोहाइड्रेटों, लवणों, एमेनो अम्लों तथा एन्जाइमों के द्वारा बनाता है। अब नीचे दिए गए अवयवों का विस्तार पूर्वक वर्णन करेंगें, देखिए चित्र 3.17।

- कोशिका कला
- कोशिका द्रव्य

- जीनोम
- प्लैस्मिड
- राइबोसोम
- सूक्ष्मखंड
- गैसधानियां
- मैग्नोटोसोम

प्रत्येक बैक्टीरिया में कुछ विशिष्ट न्यूक्लीक अम्ल क्रम होते हैं, इन पर आधारित विश्लेषण द्वारा जीव का पता लगाना संभव है।

3.6.1 कोशिका कला

बैक्टीरिया की कोशिका कला लगभग 7 nm मोटाई की होती है और 32-40% फोस्फोलिपिड (भारानुसार) तथा लगभग ~60% प्रोटीन की बनी होती है। कला की प्रकृति काफी द्रवीय होती है और जैतून के तेल जैसी संगतता की होती है। ये कला कोशिका के अंदर और बाहर जाने वाले पदार्थों पर नियंत्रण रखती है। कला कोशिका के आंतरिक भागों और पर्यावरण के बीच एक अवरोध का काम करती है। कोशिका कला श्वसन और प्रकाशसंश्लेषण समेत ऊर्जा उत्पादन में भी सम्मिलित होती है। एक विशेषीकृत प्रकार का ऊर्जा उत्पादन जिसमें नाइट्रीकरण और मीथेन ऑक्सीकरण सम्मिलित है, भी कला के निकट होता है।

3.6.2 कोशिका जीवद्रव्य

कोशिका आवरण में कोशिका जीवद्रव्य होता है, जो उपापचयजों और पोषकों के विलयन का बना होता है। कोशिका द्रव्य का मुख्य संघटक जल है जो कार्बोहाइड्रेट, लवणों, ऐमीनो अम्लों तथा एन्जाइमों के लिए विलायक का काम करता है। जीवद्रव्य के अंदर केन्द्रकाभ (जिनोम), प्लैसमिड, सूक्ष्मखन्ड, गैस धानियां, मैग्नेटोसोम, राइबोसोम, मीसोसोम और कणिकाएं भी पाई जाती हैं।

3.6.3 जीनोम

बैक्टीरिया की कोशिका में वास्तविक केन्द्रक और केन्द्रक कला नहीं होती है बल्कि DNA पदार्थ के एक सघन क्षेत्र में वलयित रहता है जिसे **केन्द्रकाभ (nucleoid)** कहते हैं। ये कोशिकाद्रव्य में एक उपखंड द्वारा प्रदर्शित होता है जहाँ DNA एकत्रित हो जाता है। सामान्यतः कोशिका में एक एकल क्रोमोसोम होता है। जीनोम क्रोमोसोम में व्यवस्थित नहीं होता है लेकिन एक गोल, लंबे DNA अणु द्वारा द्वारा दिखाई देता है जो कोशिका कला से जुड़ा रहता है। लेकिन कभी-कभी DNA का बंद लूप और प्रोटीन भी पाई जाती है। DNA को क्रोमोसोम भी कहते हैं और इसमें द्वितंतुक DNA का एकल गोल कण होता है। यद्यपि कोशिका की लंबाई 2μm और DNA अणु की कुल लंबाई 1200μm तक हो सकती है। DNA में कोशिका वृद्धि, उपापचयन और जनन के लिए अनिवार्य आनुवंशिक जानकारी होती है। DNA में वह सभी आनुवंशिक पदार्थ होते हैं जो कोशिका के उपापचयन, वृद्धि और जीवित रहने के लिए आवश्यक हैं।

प्रकाशसंश्लेषी बैक्टीरिया की जीवद्रवीय कला में लैमिली (थाइलैकॉइड) और धानियां होती हैं, जो प्रकाशसंश्लेषी उपकरण बनाती हैं।

मीसोसोम (mesosome) जीवद्रव्यकला (plasma membrane) के विस्तार होते हैं जो कोशिका विभाजन के काल में साथ-साथ ही, बैक्टीरिया के जीनोम की पुनरावृत्ति और पट निर्माण आरंभ कर देते हैं। क्रोमोसोम के अतिरिक्त, अनेक बैक्टीरिया में अपेक्षाकृत छोटे DNA के सहायक टुकड़े होते हैं जिन्हें **प्लैस्मिड (plasmids)** कहते हैं भी पाए जाते हैं।

3.6.4 प्लैस्मिड

प्लैस्मिड स्थिर गुणसूत्र बाह्य जीन अणु है जो कण बंद लूपों के रूप में पाए जाते हैं जिनमें 5 से 100 जीन होते हैं और ये क्रोमोसोम के साइज़ के एक बटे दसवां भाग होते हैं। कोशिका में एक या अधिक प्लैस्मिड हो सकते हैं और इनमें समान या भिन्न जीन हो सकते हैं। प्लैस्मिड क्रोमोसोम से अलग स्वतंत्र रूप से पुनरावृत्ति करते हैं और पुर्नयोग (recombination) के काल में कोशिकाओं के बीच स्थानांतरित हो सकते हैं। प्लैस्मिड सामान्यतः उन विशिष्ट विशेषताओं के लिए कोड करते हैं जो कुछ विशेष परिस्थितियों में कोशिका की सहायता करती हैं लेकिन कोशिका के जीवित रहने के लिए अनिवार्य नहीं है। ये औद्योगिक प्रोद्यौगिकियों में उन महत्वपूर्ण वेक्टर (vector) को भी प्रदर्शित करते हैं जिनमें जेनेटिक इंजीनियरिंग (आनुवंशिक अभियंत्रिकी) का प्रयोग किया जाता है। कुछ प्लैस्मिड में रोग करने वाले विषों के अथवा रासायनिक एन्टीबायोटिक प्रतिरोधकता के लिए जीन पाए जाते हैं।

कुछ एन्टीबायोटिक्स जैसे स्ट्रेप्टोमाइसिन और टेट्रासाइक्लिन बैक्टीरियाई और आर्कियाई राइबोसोम को प्रोटीन संश्लेषण करने से रोकते हैं। इसके अतिरिक्त, असीम केन्द्रकी जीवों का बैक्टीरिया और आर्किया में पृथक्करण आंशिक रूप से छोटी उपइकाई (16S RNA) से राइबोसोम के जीन के क्रमण पर आधारित हैं।

3.6.5 राइबोसोम

सभी कोशिकाओं की एक सर्वभौमिक संरचना राइबोसोम है। कोशिकाद्रव्य में ऐसे हजारों गोल कण होते हैं, जिससे वह कणमय दिखाई देती हैं। इसके अतिरिक्त, कोशिका कला से श्लथ रूप से जुड़े राइबोसोम भी होते हैं। इनके सापेक्ष साइज़ का मापन कि सेन्ट्रीफ्यूज में घुमाने पर वे कितनी जल्दी बैठ जाते हैं से किया जाता है और इन्हें स्वेडबर्ग इकाई (s) में मापा जाता है। बैक्टीरिया और आर्किया के राइबोसोम 70s कण प्रदर्शित करते हैं 50s एवं उपइकाई (30s) के बने होते हैं।

ये राइबोसोम या तो कोशिकाद्रव्य में मुक्त रूप से पाए जाते हैं अथवा कला से संबद्ध रहते हैं, जब मुक्त होते हैं तो राइबोसोम घुलनशील प्रोटीन बनाते हैं जिनका उपयोग कोशिका में होता है, जबकि जो राइबोसोम कला से संबद्ध होते हैं, वे कोशिका आवरण तथा स्त्रवण (secretion) के लिए प्रोटीन निर्माण करते हैं।

3.6.6 सूक्ष्मखंड

हाल ही में, कुछ बैक्टीरियाई स्पीशीज़ में सूक्ष्मखंड (microcompartment) पाए गए हैं। सूक्ष्मखंड बैक्टीरिया की विशिष्टता प्रतीत होते हैं और 100 से 200 nm व्यास के पोलीप्रोटीन कवच के बने होते हैं। ये स्थानीय क्षेत्र होते हैं जिनमें एन्जाइम अपने सबस्ट्रेट से अधिक प्रत्यक्ष रूप से परस्पर क्रिया करते हैं, अथवा हानिकारक अभिक्रिया उत्पादों को प्रभावी रूप से अलग कर देते हैं।

3.6.7 गैस धानियां

कुछ जलीय तथा समुद्री बैक्टीरियाई स्पीशीज़ में गैस धानियां (gas vesicles) पाई जाती हैं जिनका उपयोग उत्प्लांवन (buoyancy) के लिए किया जाता है। ये धानियां वायु से

भरी होती हैं जिससे कोशिका का घनत्व कम हो जाता है जिससे जलखंड (column) में उनकी उत्प्लावकता (buoyancy) और स्थिति नियंत्रित होती है।

3.6.8 मैग्नेटोसोम

मैग्नेटोसोम (magnetosomes) कुछ जलीय बैक्टीरियल स्पीशीज़ में पाए जाने वाले वास्तविक कलाबद्ध कक्षों का उदाहरण है। ये चुंबकअनुचलन (magnetotactic) करने वाले बैक्टीरिया में कलाबद्ध धानियां होती हैं जिनमें Fe_3O_4 होता है। अंगक का उपयोग जलीय परिवेशों के नौचालन (navigation) के लिए और ऐसे पसंदीदा स्थानों का पता लगाने के लिए कंपास (campass) की तरह किया जाता है।

मैग्नेटोसोम मंगल ग्रह के उल्कापिंडों में पाए जाते हैं जो दंडाकार संरचनाओं से संबद्ध होते हैं और ये माना जाता है कि वे मंगल ग्रह पर बैक्टीरियाई जीवन को प्रदर्शित करते हैं।

बोध प्रश्न 5

कॉलम I की वस्तुओं का कॉलम II की से मिलान कीजिए।

कॉलम I		कॉलम II	
i)	कोशिका भित्ति	a)	RNA और प्रोटीन
ii)	अवपंक परत	b)	DNA के गोल अणु
iii)	कोशिका कला	c)	म्यूकोपेप्टाइड
iv)	बैक्टीरियाई राइबोसोम	d)	डैक्स्ट्रान
v)	प्लैस्मिड	e)	60% प्रोटीन

3.7 बैक्टीरिया का आर्थिक महत्व

आदिकाल से ही सूक्ष्मजीवों का उनके लाभदायक और हानिकारक क्रियाकलापों के कारण मानव जीवन पर प्रमुख प्रभाव रहा है जबकि रोगजनी सूक्ष्मजीव समाज के लिए चिंता का विषय रहे हैं। एड्स, कुष्ठरोग, मेनिनजाइटिस जो बैक्टीरिया जनित रोग है; व्यापक स्तर पर रोग और मृत्यु का कारण रहे हैं। इसके अतिरिक्त बैक्टीरिया अनेक पादप रोगों के लिए भी उत्तरदायी हैं, जिनके कारण व्यापक आर्थिक हानि होती हैं लेकिन सूक्ष्मजीवों की अनेकों उपयोगी क्रियाएं भी हैं। इसके अतिरिक्त ये पारिस्थितिक और पर्यावरण स्थिरता में भी प्रमुख भूमिका निभाते हैं। बैक्टीरिया पृथ्वी पर अपमर्जक (सफाईकर्मी (scavengers) है। ये पृथ्वी की सतह और मृदा में उपस्थित किसी भी मृत और व्यर्थ पदार्थ का अपक्षय कर देते हैं।

साथ ही, ये मृदा में गिरने वाले किसी भी रासायनिक अथवा जैव रासायनिक पदार्थ को निम्नीकृत कर देते हैं और इस प्रकार बहुमूल्य मृदा का निर्विशीकरण (detoxify) कर देते हैं और उसे पादपों की वृद्धि और जंतुओं के सुरक्षित रूप में जीने के लिए उपयुक्त बना देते हैं। यहाँ तक कि रसायनों तथा अन्य अपशिष्टों की जो प्रचुर मात्रा जो हम अपने परिवेश में मिलाते हैं वह मृदा में कुछ ही हफ्तों में निम्नीकृत हो जाती है अन्यथा मृदा और जल विषाक्त हो जाते तथा आगे उपयोग नहीं किए जा सकते थे। ये समुद्री आहार श्रृंखला (food chain) में प्राथमिक उत्पादकों के लिए आवश्यक वृहद और सूक्ष्म पोषक प्रदान करते हैं और समुद्री जंतुओं को बनाए रखते हैं।

ignou THE PEOPLE'S UNIVERSITY

दशकों से बैक्टीरिया का उपयोग औद्योगिक और चिकित्सीय उपयोग के विशिष्ट उत्पादों के उत्पादन के लिए किया जा रहा है। इस अनुभाग में हम मानव जीवन के विभिन्न क्षेत्रों में बैक्टीरिया के उपयोगों का वर्णन करेंगे। बैक्टीरिया कृषि, खाद्य उद्योग, औषधि उद्योग, चर्म उद्योग तथा तंबाकू उद्योग में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। इनमें से कुछ निम्न हैं:

खाद्य उद्योग में भूमिका

बैक्टीरिया किण्वन (fermentation) में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। इसलिए इनका उपयोग मक्खन, दही, पनीर, केक और बियर बनाने में किया जाता है। ऐल्कॉहॉली मद्य पदार्थ यीस्ट (*सैकेरोमाइसीज सेरेविसी* (*Sacchromyces cerevisiae*)) द्वारा कार्बोहाइड्रेट सबस्ट्रेट (अनाज अथवा फलों में उपस्थित) के किण्वन द्वारा बनते हैं। तथापि, किण्वन के बाद वाइन का कालप्रभातन (aging) बैक्टीरिया द्वारा किया जाता है (जिससे उसमें स्वाद आता है)। इसमें द्वितीयक किण्वन सम्मिलित होता है जिसे मैलोलैक्टिक अम्ल (malolactic) किण्वन कहते हैं। ये मैलिक अम्ल को (जो अत्यधिक अम्लीय और स्वाद में खट्टा होता है) लैक्टिक अम्ल और कार्बन डाईऑक्साइड में बदल देता है। लैक्टिक अम्ल मध्यम रूप से अम्लीय होता है और वाइन को अच्छा स्वाद प्रदान करता है। इसमें सम्मिलित बैक्टीरिया *ल्यूकोनोस्टोक ओइनोस* (*Leuconostoc oenos*), *एल.प्लान्टेरम* (*L. plantarum*) आदि हैं। बैक्टीरिया का उपयोग वाइन/सिरका के उत्पादन के लिए भी किया जाता है जिसमें *ऐसीटोबैक्टर* (*Acetobacter*) तथा *ग्लूकोनोएसिटोबैक्टर* (*Gluconacetobacter*) जैसे बैक्टीरिया का उपयोग किया जाता है जो एथेनॉल को एसीटिक अम्ल में ऑक्सीकृत कर देते हैं। स्कॉच व्हिस्की के उत्पादन के लिए बैक्टीरिया *लैक्टोबैसीलस डेल्ब्रूकी* (*Lactobacillus delbrueckii*) का प्रयोग आरंभिक किण्वन के बाद किया जाता है।

किविण्त खाद्य पदार्थ

जापान और चीन जैसे देशों में, अनेक किण्वित मांस और मछली उत्पादों का उपयोग किया जाता है। सॉसेज, हैम, सलामी आदि को *पीडियोकॉकस सेरेविसी* (*Pediococcus cerevisiae*) तथा *लैक्टोबैसीलस प्लान्टेरम* (*L. plantarum*) के उपयोग से किण्वित किया जाता है।

सेवरक्रॉट (sauerkraut) जोकि बंदगोभी का एक किणवित उत्पाद है, विश्वभर में प्रयोग किया जाता है। किण्वनकारी बैक्टीरिया में *ल्यूकोनोस्टोक मेसेन्टेरोइडीज* (*Leuconostoc mesenteroides*), *लैक्टोबेसीलस प्लान्टेरम* तथा *लैक्टोबेसीलस ब्रेविस* सम्मिलित हैं। किमची, जोकि पत्तागोभी और अन्य सब्जियों से बना एक खाद्य पदार्थ है, लैक्टिक अम्ल बैक्टीरिया से बनता है और कोरिया में काफी प्रचलित है।

पीडियोकॉकस सेरेविसी (*Pediococcus cerevisiae*), *ल्यूकोनोस्टोक मेसेन्टेरोइडीज* (*Leuconostoc mesenteroids*), *एन्टेरोकॉकस फीकेलिस* (*Enterococcus faecalis*) तथा *लैक्टोबैसीलस प्लान्टेरम* किण्वन अभिक्रियाओं में महत्वपूर्ण हैं, जिनके कारण अचारों में विशिष्ट स्वाद का उत्पादन होता है।

प्रोबायोटिक्स दही के समान होते हैं, जिन्हें सामान्यतः जीवित सूक्ष्मजीव जिन्हें अच्छे स्वास्थ्य को बढ़ावा देने के लिए पिया जाता है, इनका प्रयोग स्वास्थ्य पूरकों के रूप में किया जाता है।

पनीर / चीज़

व्यावसायिक रूप से चीज़ (पनीर) की अनेक किस्में उपलब्ध हैं और चीज बनाने की पूरी प्रक्रिया में दूध का लैक्टिक अम्ल से किण्वन सम्मिलित हैं। *लैक्टोकॉकस लैक्टिस* अथवा *लैक्टोकॉकस क्रीमोरिस* (*Leuconostoc cremoris*) का प्रयोग दूध के किण्वन के लिए किया जाता है। दूध के प्रोटीन स्कंदन करने पर दही बनाते हैं। पक्वन के लिए उपयोग किए जाने वाले कुछ प्रचलित बैक्टीरियाई स्ट्रेनों में *ल्यूकोनोस्टोक क्रीमोरिस* (*Leuconostoc cremoris*), *लैक्टोबैसीलस कैसी* (*Lactobacillus casei*), *लैक्टोबैसीलस बल्गेरीकस* आदि सम्मिलित हैं।

औषधि उद्योग में भूमिका

अनेक एन्टीबायोटिक्स जैसे कि स्ट्रेप्टोमाइसिन (streptomycin), टैरामाइसिन (terramycin) आदि को बैक्टीरिया से प्राप्त किया जाता है। पुर्नयोजी बैक्टीरिया का उपयोग इन्सुलिन, वृद्धिकारकों तथा अन्य औषधीय उत्पादों के संश्लेषण के लिए किया जाता है।

एन्टीबायोटिक्स

एन्टीबायोटिक्स वे यौगिक हैं जिन्हें सूक्ष्मजीवों द्वारा निर्मित किया जाता है जो या तो लक्षित रोगाणु को मार देते हैं अथवा उसकी वृद्धि को रोक देते हैं। एक सबसे प्रचलित एन्टीबायोटिक स्ट्रेप्टोमाइसिन बैक्टीरिया द्वारा निर्मित किया जाता है। स्ट्रेप्टोमाइसिन व्यापक विस्तार (broad spectrum) का एन्टीबायोटिक है जिसे *स्ट्रेप्टोमाईसीज ग्रीसियस* (*Streptomyces griseus*) द्वारा निर्मित किया जाता है। ये बैक्टीरिया कैनामाइसिन, निओमाइसिन तथा टोब्रामाइसिन जैसे एन्टीबायोटिक्स भी निर्मित करता है।

टीके

बैक्टीरिया का उपयोग टीके (vaccine) बनाने के लिए या तो उनके एन्टीजन को पृथक करके अथवा कभी-कभी उन बैक्टीरिया की मृत अथवा जीवित अवस्था में किया जाता है जिनमें रोगजनी गुण नहीं होते हैं। टीबी के टीके का उपयोग ट्यूबरकुलोसिस (*माइकोबैक्टीरियम ट्यूबरकुलोसिस (Mycobacterium tuberculosis)*) के विरूद्ध किया जाता है जिसमें टीबी के मृत बैक्टीरिया का इंजैक्शन दिया जाता है जिससे मनुष्यों में ट्यूबरकुलोसिस के प्रतिरोधकता पैदा हो सके। एक बार दिए जाने के बाद ये बैक्टीरिया रोग पैदा नहीं कर सकते हैं। बल्कि शरीर *माइकोबैक्टीरियम* के किसी भी संक्रमण को मारने के लिए एन्टीबॉडीज बनाने में सक्षम हो जाता है। *विब्रियो कोलरी, न्यूमोकोकस, बोर्डेटेला* तथा *साल्मोनेला* के लिए निष्क्रियित पूर्ण कर्मक बैक्टीरियाई टीके बना लिए गए हैं।

हार्मोन

बैक्टीरिया-हार्मोन के प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले स्ट्रेन चिकित्सीय महत्व के अनेक यौगिक बनाते हैं। बैक्टीरिया के जीन में फेरबदल करके कहीं बड़ी संख्या में उपयोगी अणु बनाए जा सकते हैं। उपयोगी उत्पादों के संश्लेषण के लिए कोड करने वाले जीनों को एक वेक्टर द्वारा बैक्टीरिया की कोशिका में पुर्नयोजी DNA तकनीक के प्रयोग द्वारा स्थानांतरित किया जा सकता है।

ऊर्जा उत्पादन

संपूर्ण जगत ऊर्जा की कमी की समस्या झेल रहा है। बैक्टीरिया का उपयोग बायोगैस बनाने के लिए किया जाता है। बायोगैस का उपयोग ऊर्जा के वैकल्पिक स्रोत के रूप में किया जाता है। जैविक अपशिष्ट (organic waste) को जैवनिम्नीकरण (biodegradation) प्रक्रिया द्वारा सूक्ष्मजीवों द्वारा ऊर्जा के उपयोगी प्रकार, उर्वरक तथा अन्य उत्पादों में रूपांतरित किया जा सकता है।

खनन उद्योग

बैक्टीरिया का उपयोग खानों से धातुओं के निष्कर्षण के लिए किया जाता है। अब ऐसे पुर्नसंयोजी बैक्टीरिया बना लिए गए हैं जो कच्चे अयस्क (ore) से वरणात्मक रूप से धातुओं को निष्कर्षित कर लेते हैं। सूक्ष्मजीव जैसे कि *थियोबैसीलस थियोऑक्सीडेन्स* (*Thiobacillus thiooxidans*) तथा *थियोबैसीलस फैरोऑक्सीडेन्स* (*T. ferrooxidans*) जो जैवखनन (biomining) में सम्मिलित हैं, अम्ल बनाते हैं, जो धातु को उनके अयस्क वाले पत्थरों में से घोलकर निकाल लेते हैं।

जैव उपचार

जैव उपचार (bioremediation) पर्यावरण के समायोजन की एक प्रक्रिया है जिससे सूक्ष्मजीव द्वारा पर्यावरणीय प्रदूषकों का निम्नीकरण अथवा रूपांतरण बढ़ जाता है। बैक्टीरिया अनेक कार्बनिक यौगिकों को निम्नीकृत कर सकते हैं। अतः इनका उपयोग अपशिष्ट प्रसंस्करण (waste processing) और जैव उपचार के लिए किया जा सकता है। बैक्टीरिया पेट्रोलियम में से हाइड्रोकार्बन के पाचन में सक्षम हैं इसलिए, इनका उपयोग अक्सर ऑइलस्पिल (oil spills समुद्रों में तेल का झलकना) की सफाई के लिए तथा औद्योगिक विषाक्त अपशिष्टों की सफाई के लिए भी किया जाता है।

जैविक नियंत्रण

जैविक नियंत्रण (Biological control) के लिए उपयोग किए जाने वाले प्रचलित बैक्टीरिया *बैसीलस यूरिजिएन्सिस* (*Bacillus thuringiensis*) (BT भी कहलाता है) है। ये एक ग्रैम ग्राही मिट्टी में रहने वाला बैक्टीरिया है। इस बैक्टीरिया की उपस्पीशीज़ का उपयोग लेपीडोप्टेरन-विशिष्ट कीटनाशियों के रूप में किया जाता है। अपनी विशिष्टता के कारण, ये पीड़कनाशी पर्यावरण-हितैशी माने जाते हैं। इसका मनुष्यों, वन्यजीवों, परागणकर्ताओं तथा अधिकांश अन्य लाभदायक कीटों पर बहुत कम अथवा कोई प्रभाव नहीं होता है। बैक्टीरिया का उपयोग जैविक नियंत्रण के लिए पीड़कनाशियों के रूप में किया जाता है। यह पीड़क जीवों को नियंत्रित करने का सबसे प्रभावी और सस्ता तरीका है।

जैव उर्वरक

जैव उर्वरकों (biofertilizers) में जीवित लाभदायक सूक्ष्मजीव और कुछ पादप पोषक (ऐमीनो अम्ल, वृद्धि हार्मोन, लेशतत्व आदि) होते हैं जो पादप वृद्धि को बढ़ावा देते हैं। ये पर्यावरण हितैशी, सस्ते तथा नवीकरणीय (renewable) होते हैं और इन्हें सामान्यतः मिट्टी में मिलाया जाता है जिससे पादपवृद्धि में सहायता मिले।

जैसा कि आप जानते हैं कि नाइट्रोजन सजीवों की वृद्धि के लिए आवश्यक एक प्रमुख पोषक है। वायुमंडलीय नाइट्रोजन को बैक्टीरिया द्वारा यौगिकीकृत करके उपयोगी रूप में परिवर्तित किया जाता है। नाइट्रोजन यौगिकीकरण करने वाले बैक्टीरिया जैसे;*राइजोबियम, एजोटोबैक्टर, एजोस्पाइरिलम, बैसीलस, ऐन्टेरोबैक्टर, क्लैबसिएला* आदि

लैग्युमिनेसी (फलीदार पादप कुल) कुल के पादपों की मूल ग्रंथिकाओं में सहजीवी रूप से रहते हैं और वायुमंडलीय नाइट्रोजन के यौगिकीकरण में सहायता करते हैं। इसी प्रकार *नाइट्रोसोमोनास* (*Nitrosomonas*) और *नाइट्रोकॉकस* (*Nitrococcus*) अमोनियम लवण को नाइट्राइट में बदल देते हैं। ये बैक्टीरिया फसल पादपों की उपज बढ़ाने में काफी प्रभावी होते हैं जब इन्हें बीजों अथवा मृदा में उपयुक्त सान्द्रता में प्रयोग किया जाता है।

वस्त्र उद्योग, चर्म उद्योग तथा तम्बाकु उद्योग

कुछ बैक्टीरिया जैसे *क्लोस्ट्रीडियम* का उपयोग सन, जूट और फ्लैक्स के अपगलन/रैटिंग (retting) के लिए किया जाता है। ये बैक्टीरिया फाइबर/रेशे को अलग कर देते हैं। इन फाइबर का उपयोग कपड़े और रस्सी बनाने के लिए किया जाता है। बैक्टीरिया का उपयोग व्यावसायिक चमड़ा बनाने के लिए किया जाता है। बैक्टीरिया का उपयोग तंबाकू की पत्तियों को सुखाने के लिए किया जाता है। इन पत्तियों का उपयोग सिगरेट बनाने के लिए किया जाता है।

आपने बैक्टीरिया के सभी लाभदायक कार्यों के विषय में पढ़ा लेकिन ये मानव जीवन और पादपों के लिए हानिकारक भी होते हैं जिसका वर्णन हम अब करेंगे।

बैक्टीरियाई रोग

पादप रोगाणु के रूप में बैक्टीरिया

लगभग सभी प्रकार के पादप एक या अधिक प्रकार के बैक्टीरिया जनित रोगों के प्रति संवेदनशील होते हैं। ये बैक्टीरिया जनित रोग कृषि एवं उद्यानिकी की विकृति के रूप में अत्यधिक आर्थिक हानि करते हैं (सारणी 3.4)। इन पादप रोगों के लक्षण परिवर्ती होते हैं, लेकिन सामान्य रूप से इनकी अभिव्यक्ति तनों, पत्तियों, फूलों अथवा फलों पर विभिन्न साइज़ के धब्बों (lesions) के रूप में होती है। पादपों के कुछ प्रचलित और विनाशकारी रोग जैसे अंगमारी (blight), मृदु विगलन (soft rot) तथा ग्लानि/मुरझाना (wilts) भी बैक्टीरिया से संबद्ध हैं। फायर ब्लाइट जो नाशपाती, सेब के पेड़ों तथा अन्य संबंधित पादपों को नष्ट कर देती है, सबसे विनाशकारी बैक्टीरियल रोगों में से एक है। अधिकांश बैक्टीरियाई रोग छड़ाकार (rod shape) बैक्टीरिया के एक समूह द्वारा होते हैं जिन्हें सूडोमोनाड (pseudomonas) कहते हैं।

सारणी 3.4: पादपों के कुछ प्रमुख रोग

क्र.सं.	रोगाणु	रोग
1.	*रेल्सटोनिया सोलेनेसेरम* (वायुजीवी, ग्रैम अग्राही छड़ें, पहले *सूडोमोनास ग्लैडीकोला* कहलाते थे।	आलू का रिंगरोट/वलय विगलन (विल्ट)
2.	*बरखोलडेरिया ग्लैडीकोला* (वायुजीवी, ग्रैम अग्राही छड़ें; पूर्व में *सूडोमोनास ग्लैडीकोला*)	प्याज में विगलन (अनियन रोट)
3.	*जैन्थोमोनास एक्सोनोपोडिस* pv. *सिट्राई* (वायुजीवी ग्रैम अग्राही छड़ें; पूर्व में *जैन्थोमोनास सिट्राई*)	सिट्रस कैन्कर

क्र.सं.	रोगाणु	रोग
4.	*जैन्थोमोनास कैम्पेसट्रिस* pv. *माल्वेसेरम*	कपास का एंगुलर लीफस्पॉट
5.	*राइजोबियम ट्यूमीफेशिएन्स* (वायुजीवों ग्रैम अग्राही छड़े; पूर्व में *एग्रोबैक्टीरियम ट्यूमीफेशिएन्स*)	द्विबीजपत्री पादपों में क्राउन गॉल (किरीट पिटिका)
6.	*पैक्टोबैक्टीरियम कैरटोवोरा* pv. *कैरटोवोरा* (वायुजीवी ग्रैम अग्राही छड़ें, पूर्व में *इर्वीनिया कैरटोवोरा*)	गाजर का साफ्ट रॉट
7.	*ई एमिलोवोरा* pv. *एमिलोवोरा* (विकल्पी अवायुजीवी ग्रैम अग्राही छड़ें)	नाशपाती और सेब की फायर ब्लाइट (दग्ध अंगमारी)
8.	*जाइलैला फास्टीडिओसा* (ग्रैम अग्राही लहरदार भित्तियों वाली छड़ें (रिकेटासिया-की तरह का जीव)	ग्रेपवाइन का पिअर्स रोग
9.	**कैन्डीडेटस लिबेरोबैक्टर* (ग्रैम अग्राही बहुत छोटी छड़ें)	सिट्रस ग्रीनिंग
10.	*क्लेवीबैक्टर सेपेडोनिकम* (बीजाणु नहीं बनाने वाली; ग्रैम ग्राही अनियमित आकार की छड़ें; पूर्व का*कोरिनीबैक्टीरियम सेपेडोनिकम*)	आलू का रिंगरोट (विल्ट)
11.	*राथाईबैक्टर ट्रिटिसाई* (बीजाणु नहीं बनाने वाली ग्रैम ग्राही अनियमित आकार की छड़ें पूर्व में *कोरिनीबैक्टीरियम ट्रिटिसाई*)	गेहूँ में येलो इयर रॉट (तेंदू)
12.	*स्ट्रेप्टोमाइसीज़ स्कैबीज* (ग्रैम ग्राही, तंतुमय जीव)	आलू का स्कैब
13.	*स्पाइरोंप्लैस्मा सिट्री* (भित्तिहीन बहुरूप बैक्टीरिया; पूर्व में *माइकोप्लैस्मा* जैसे जीव)	सिट्रस स्टबर्न रोग, कॉर्न स्टंट (मक्का) और मलबरी ड्बार्फ (शहतूत का बौनापन)

*यद्यपि इन जीवों को अभी सवंर्धित नहीं किया गया है (अथवा जटिल माध्यम पर सवंर्धित किया गया है) लेकिन आणविक विधियों से इनकी विशेषताओं की पहचान भली प्रकार हो गई है, इन्हें जीनस *कैन्डीडेटस* का पद दिया गया है।

बैक्टीरिया मनुष्यों में अनेक रोग करते हैं जिनमें हैजा, कुष्ठरोग, टिटनस, बैक्टीरिया से निमोनिया, काली खांसी, डिप्थीरिया और लाइम रोग सम्मिलित हैं। जीनस *स्ट्रेप्टोकॉकस* के सदस्य स्कारलेट बुखार, रूमेटिक बुखार, निमोनिया और अन्य संक्रमण करते हैं। ट्यूबरकुलोसिस (टी बी) जो एक बैक्टीरिया जनित रोग है, आज भी मनुष्यों में मृत्यु का एक प्रमुख कारण है।

सारणी 3.5: मनुष्यों के कुछ बैक्टीरिया जनित रोग

क्र.सं.	रोग	रोगाणु
1.	एक्टीनोमाइकोसिस (Actinomycoses)	*एक्टीनोमाइसीज इजरायली*
2.	एन्थ्रैक्स (Anthrax)	बैसीलस एन्थ्रैसिस
3.	बैक्टीरियल मेनिन्जाइटिस (Bacterial meningitis)	*हीमोफिलस इन्फ्लुएंजी, नीसेरिया मेनिन्जाइटिस, स्ट्रेप्टोकॉकस निमोनी, लिस्टेरिया मोनोसाइटोजीन्स*
4.	बोटुलिस्म (Botulism)	*क्लोस्ट्रीडियम बोटुलिनम*
5.	हैजा (Cholera)	*विब्रियो कोलरी विब्रियो*
6.	कंजक्टीवाइटिस (Conjuctivitis)	*हीमोफिलस इजिप्टिकस*
7.	दांतों में सड़न (Dental caries)	*स्ट्रेप्टोकॉकस म्यूटेन्स*
8.	डिफ्थीरिया (Diphtheria)	*कोरिनीबैक्टीरियम डिफ्थीरी*
9.	भोजन विषाक्तता (Food poisoning)	*स्टेफाइलोकॉकस ऑरियस, स. पाइरोजीन्स, क्लोस्ट्रीडियम परफ्रिन्जेन्स, सी. बोटुलिनम*
10.	गैस गैन्ग्रीन (Gas gangrene)	*कलोस्ट्रीडियम परफ्रिन्जेन्स* और अन्य
11.	गेनोरिया (Gonorrhoea)	*नीसेरिया गोनोरी*
12.	कुष्ठ रोग (Leprosy)	*माइकोबैक्टीरियम लैपरी*
13.	पेप्टिक अल्सर (Peptic ulcers)	*हैलीकोबैक्टर पाइरोली*
14.	प्लेग (Plague (black death)	*यर्सीनिया पैक्टिस*
15.	पेचिस (Shigillosis)	*शीगेला स्पी.*
16.	सिफलिस (Syphilis)	*ट्रेपोनीमा पैलीडियम*
17.	टिटेनस (Tetanus)	*क्लोस्ट्रीडियम टिटैनी*
18.	ट्रैकोमा (Trachoma)	*क्लैमिडिया ट्रैकोमेटिस*
19.	ट्यूबरकुलोसिस (Tuberculosis)	*माइकोबैक्टीरियम ट्यूबरकुलोसिस*
20.	टाइफॉइड (Typhoid)	*साल्मोनेला टाइफी*
21.	टाइफस (महामारी) Typhus (epidemic)	*रिकैट्सिया प्रोवाजेकी ,टाइफी*
22.	काली खांसी (Whooping cough)	*यर्सीनिया एन्टेरोकोलीटिका*

3.8 सारांश

- सूक्ष्मजैविकी के इतिहास की वर्ष 1676 से लेकर 2004 तक की प्रमुख घटनाओं के विषय में जानेंगे। 1676 में एन्टोन वॉन ल्यूवेनहॉक ने बहुत छोटे जंतुक (एनीमल्क्यूल) को देखा और 1684 में बैक्टीरिया की खोज की।

- बैक्टीरिया असीमकेन्द्रकी सूक्ष्मजीव हैं जिनमें वास्तविक केन्द्रक नहीं होता है और ये एककोशिकीय होते हैं, और वास्तविक शाखन भी प्रदर्शित नहीं होता।

- अधिकांश बैक्टीरिया में ऐसी कोशिका भित्तियां होती हैं जिनमें पोलीसैकेराइड अणुओं का ऐसा जाल होता है जो पोलीपेप्टाइड क्रॉसलिंक (तिर्यक बंध) से जुड़ा रहता है।

- बैक्टीरिया की कोशिका में विशेषीकृत कक्ष अथवा कलाबद्ध केन्द्रक नहीं होता है, लेकिन ये एक केन्द्रकाभ क्षेत्र प्रदर्शित करता है जिसमें बैक्टीरियल DNA स्थित होता है।

- बैक्टीरिया का वर्गीकरण उनके आकार के आधार पर कॉकस (गोल), बेसीलस (छड़ाकार) और स्पाइरिलम (सर्पिल) के रूप में तथा उनकी व्यवस्था के आधार पर इन्हें डिप्लोकॉकस, स्ट्रेप्टोकॉकस, टेट्राड (चतुष्टक) तथा क्यूबीकल (घनाकार) पैकेटो के रूप में वर्गीकृत किया जाता है।

- बैक्टीरिया की कोशिका में कोशिका भित्ति, भीतरी जीवद्रव्य तथा अन्य घटक होते हैं, जिनमें प्लैस्मिड, राइबोसोम, सूक्ष्मकक्ष, गैस धानियां और मैग्नेटोसोम सम्मिलित हैं।

- बैक्टीरिया का मानव जीवन पर उनकी लाभदायक और हानिकारक क्रियाओं के कारण महत्वपूर्ण प्रभाव होता है। अब सूक्ष्मजीवों को जीवविज्ञान और प्रोद्योगिक में नवीनतम विकासों के प्रयोग द्वारा मानवता की भलाई के लिए उपयोग करना संभव है। बैक्टीरिया खाद्य उद्योग, चिकित्सा, पर्यावरण प्रबंधन और कृषि में प्रमुख भूमिका निभाते हैं।

3.9 अंत में कुछ प्रश्न

1. बैक्टीरिया की कोशिका तथा आर्किया की कोशिका के बीच अन्तर कीजिए।
2. कोशिकाभित्ति के कार्य बताइए।
3. ग्रैमग्राही तथा ग्रैम अग्राही बैक्टीरिया की कोशिकाभित्ति के बीच अन्तर कीजिए।
4. प्लैस्मिड क्या है और उनका क्या महत्व है?
5. मैग्नेटोसोम क्या हैं?
6. बैक्टीरिया के राइबोसोम की विशेषताएं बताइए।
7. बैक्टीरिया का आर्थिक महत्व बताइए।

3.10 उत्तर

बोध प्रश्न

1. क) i) सत्य; ii) सत्य; iii) असत्य; iv) सत्य; v) असत्य।

   ख) i) पाश्चरीकरण द्रवों विशेषरूप से डेयरी उत्पादों को विसंक्रमित करने की प्रक्रिया है। ऐसा द्रव को कम तापमान पर गर्म करके किया जाता है।

   ii) जोसेफ मीस्टर को 13 बार रेबीज़ के क्षीणीकृत वायरस से संरोपित किया गया। इससे उसके शरीर के तंत्र में प्रतिरक्षा प्रतिक्रिया विकसित हो गई अर्थात् उसके शरीर ने वाइरस के विरुद्ध एन्टीबोडीज निर्मित कर ली जिससे वह संक्रमण के बावजूद बच गया।

2. क) रोबर्ट कोच–शुद्ध संवर्ध; फैनीन हैंसी–ऐगार; बीजरिंक–*एजोटोबैक्टर*; पॉल एर्लिक–सेल्वर्सन; जोसेफ लिस्टर–एन्टीसेप्टिक, एलिक्जैन्डर फ्लेमिंग–पेनिसिलिन।

   ख) i) स; ii) स; iii) स; iv) अ

3. क) भाग 3.3, चित्र 3.8 देखिए।

   ख) भाग 3.3 असीमकेन्द्रकी और ससीमकेन्द्रकी कोशिका में देखिए।

   ग) चित्र 3.15 और 3.16 देखिए।

4. क) भाग 3.5, उपभाग 3.5.2 में देखिए।

   ख) उपभाग 3.5.2 में देखिए।

5. i) c, ii) d, iii) e, iv) a, v) b

अंत में कुछ प्रश्न

1. भाग 3.3, सारणी 3.2 देखिए।
2. भाग 3.5, कोशिका भित्ति के कार्य में देखिए।
3. भाग 3.5, सारणी 3.3 देखिए।
4. भाग 3.5, उपभाग 3.6.4 देखिए।
5. उपभाग 3.6.8, मैग्नेटोसोम देखिए।
6. भाग 3.5, उपभाग 3.6.5, राइबोसोम देखिए।
7. भाग 3.7, बैक्टीरिया का आर्थिक महत्व में देखिए।

चित्रों के लिए आभार

चित्र 3.1: एन्टोनवान ल्यूवेनहॉक

http://www.thefamouspeople.com/profiles/images/antonie-van-leeuwenhoek-3.jpg

चित्र 3.3 : लुई पाश्चर

http://www.historylearningsite.co.uk/wp-content/uploads/2015/03/pasteur3.gif

चित्र 3.5 रॉबर्ट कोच

http://a1.files.biography.com/image/upload/c_fit,cs_srgb,dpr_1.0,h_1200,q_80,w_1200/MTE5NTU2MzE2MjgzMzA3NTMx.jpg

चित्र 3.6 मार्टीनस बीजरिंक

https://www.google.co.in/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=imgres&cd=&ved=2ahUKEwiZkrC0_MbeAhXRdCsKHW2ZAW4QjRx6BAgBEAU&url=https%3A%2F%2Fen.wikipedia.org%2Fwiki%2FMartinus_Beijerinck&psig=AOvVaw26SqOdgUkbbiNSwVRtC-et&ust=1541841255889822

चित्र 3.7: सर्जियस विनोग्रेड्स्की

https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/b8/3a/bb/b83abb692baf9d34a8ddda5b21bb3ad7.jpg

चित्र 3.8 : एली मेशिन्कौफ

http://www.nature.com/ni/journal/v4/n1/images/ni0103-3-I1.jpg

चित्र 3.9 : जोसेफ लिस्टर

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/50/Joseph_Lister,_1st_Baron_Lister_(1827_%E2%80%93_1912)_surgeon_Wellcome_L0002075.jpg

चित्र 3.10 : पॉल एर्लिक

http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1908/ehrlich_postcard.jpg

चित्र 3.11 एलिक्जैन्डर फ्लेमिंग

https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/b0/0f/1b/b00f1ba05a8cfd58c627895c60c61314.jpg

चित्र 3.12 सेल्मन वाक्समेन

http://what-when-how.com/wp-content/uploads/2011/06/tmp6946_thumb.jpg

चित्र 3.15 : बैक्टीरिया के आकार।

http://www2.hendrix.edu/biology/CellWeb/labmanual/bactstain.html http://theamazingmedicine.blogspot.in/2013/07/microbiology-iv-domain-bacteria.html

शब्दावली

जैवजनन (Abiogenesis) : वह अवधारणा जो इस मत को बढ़ावा देती है कि जीवन स्वतः ही निर्जीव तत्व से उत्पन्न हुआ है।

क्षाररागी (Alkalophilic) : वे बैक्टीरिया जो अत्यधिक उच्च pH पर जीते हैं।

जैव उर्वरक (Biofertilizer) : ऐसे उर्वरक जिनमें जीवित लाभकारी सूक्ष्मजीव होते हैं जो मृदा के पोषक तत्व की मात्रा को बढ़ाने में सहायक होते हैं उदा. नाइट्रोजन यौगिकीकरण बैक्टीरिया समृद्ध मृदा, वर्मी कंपोस्ट।

जैव ईंधन (Biofuel) : ऊर्जा का वैकल्पिक स्रोत, आसानी से उपलब्ध सस्ते सबस्ट्रेट जैसे पादप अवशेष/नगरपालिका अपशिष्ट आदि से निर्मित किया जाता है। उदा. शर्कराओं/सेलुलोस आदि के किण्वन ने एथेनॉल प्राप्त करना।

बायोगैस (Biogas)	:	ऊर्जा उत्पादन करने के लिए उपयोग किया जाने वाला गैसों का ज्वलनशील मिश्रण, अपशिष्ट से निर्मित किया जाता है (जैसे नगरपालिका अथवा औद्योगिक अपशिष्ट) सामान्यतः इसमें CH_4, CO_2, हाइड्रोजन आदि होते हैं।
जैवजनन (Biogenesis)	:	ये अवधारणा कि जीवन की उत्पत्ति पहले से विद्यमान जीवन से हुई है; जीवन की स्वतः उत्पत्ति की परिकल्पना के विपरीत है।
रसायन अकार्बनिक पोषित (Chemolithotrophs)	:	वे सूक्ष्मजीव जो रासायनिक ऑक्सीजन के द्वारा ऊर्जा प्राप्त करते हैं और इलैक्ट्रोन के स्रोत के रूप में अकार्बनिक यौगिकों का उपयोग करते हैं।
कर्क रोग (Canker)	:	पादप रोगों अथवा रोग की स्थितियां जिनमें जो पादप के शीर्ष भाग तक जल और खनिजों के स्थानान्तरण में बाधा पहुंचती है।
किण्वन (Fermentation)	:	ऊर्जा प्राप्त करने वाले उपापचयन का एक तरीका जिसमें ऑक्सीकरण-अपघटन अभिक्रियाओं का एक क्रम होता है जिसमें कार्बनिक सबस्ट्रेट और सबस्ट्रेट से प्राप्त कार्बनिक यौगिक क्रमशः प्राथमिक इलैक्ट्रोन दाता और अंतस्थ इलैक्ट्रोन ग्राही की भांति कार्य करते हैं।
फिम्ब्रे/झालर (Fimbrae)	:	युग्मन करने वाले बैक्टीरिया में कोशिका से कोशिका संपर्क में सहायक संरचना।
कषाभ (Flagella)	:	कोशिकाओं पर पाए जाने वाले लचीले, अपेक्षाकृत लंबे उपांग, चलन के लिए प्रयोग किए जाते हैं।
ग्लाइकोकैलिक्स (Glycocalyx)	:	बैक्टीरिया की विशेषीकृत संरचना; जो संलग्नन का कार्य करती है, पोलीसैकेराइड अथवा शाखन करने वाले शर्करा अणुओं के अंर्तग्रथित पिंड जो एक कोशिका को अथवा कोशिकाओं की कोलोनी को घेरे रहता है।
पाश्चरीकरण (Pasteurization)	:	किसी नमूने में सूक्ष्मजीवों की संख्या को उच्च तापमान पर उद्भासित करके कम करना, लेकिन अनिवार्य रूप से सूक्ष्मजीवों को मारा नहीं जाता है, एक प्रकार का ताप उपचार जो बड़ी संख्या में दूध से स्थानांतरित होने वाले रोगों के कारक कर्मक के लिए मारक होता है; जिससे दूध को खराब होने से बचाया जा सके।

भक्षकाणुक्रिया (Phagocytosis)	:	एक प्रक्रिया जिसमें कणमय पदार्थ को कोशिका द्वारा अंर्तग्रहित कर लिया जाता है, और उस पदार्थ को कोशिका कला द्वारा घेर लिया जाता है।
प्रोबायोटिक्स (Probiotics)	:	दही जैसा डेयरी उत्पाद जिसमें सूक्ष्मजीव होते हैं, इसे अच्छे स्वास्थ्य के लिए पिया जाता है और स्वास्थ्य पूरक के रूप में भी उपयोग किया जाता है।
संवेदनशील (Susceptible)	:	कारक कर्मक के लिए उद्भासित होने पर जीव के संक्रमित हो जाने की संभावना।
तापरागी (Thermophillic)	:	ऐसे सूक्ष्मजीव को 45°C से अधिक तापमान पर इष्टतम् से अधिक वृद्धि दर्शाते हैं।
टीकाकरण (Vaccination)	:	किसी व्यक्ति को रोगाणु अथवा विष से सुरक्षा के लिए प्रतिरक्षा प्रतिक्रिया को उद्दीपित करने के लिए टीका लगाना।
टीका (**Vaccine**)	:	एन्टीजन का एक विरचन जिसे टीकाकरण के लिए उपयोग किया जाता है।

ignou THE PEOPLE'S UNIVERSITY

इकाई 4

बैक्टीरिया : जनन

इकाई की रूपरेखा

4.1 प्रस्तावना
उद्देश्य
4.2 अलैंगिक
द्विखंडन
बीजाणु अंतश्चोल
बीजाणु बहिश्चोल
सिस्ट
4.3 आनुवंशिक पुर्नसंयोग
संयुग्मन
पारक्रमण
परिगमन
4.4 सारांश
4.5 अंत में कुछ प्रश्न
4.6 उत्तर
शब्दावली

ignou THE PEOPLE'S UNIVERSITY

4.1 प्रस्तावना

बैक्टीरिया खंडन, बीजाणुअंतश्चोल (endospore) अथवा सिस्ट (cyst) निर्माण के द्वारा अलैंगिक जनन करते हैं। खंडन अथवा द्विखंडन बैक्टीरिया का गुण है और सिर्फ कुछ यीस्ट द्वारा ही यह साझा किया जाता है। बैक्टीरिया में पाया जाने वाला लैंगिक जनन ससीमकेन्द्रकी जीवों में पाए जाने वाले लैंगिक जनन से काफी भिन्न होता है लेकिन इसमें आनुवंशिक पुर्नयोग (genetic recombination) होता है। बैक्टीरिया में जीन स्थानांतरण और पुर्नयोग संयुग्मन (conjugation), परिगमन (transformation) और पारक्रमण (transduction) की क्रियाविधियों द्वारा होता है।

उद्देश्य

इस इकाई को पढ़ने के बाद आप :

- ❖ बैक्टीरिया में होने वाले विभिन्न प्रकार के जनन की सूची बना सकेंगे;
- ❖ बैक्टीरिया में लैंगिक और अलैंगिक जनन के बीच अन्तर कर सकेंगे;
- ❖ बैक्टीरिया में पाई जाने वाली विभिन्न आनुवंशिक क्रियाविधियों को सराह सकेंगे; और
- ❖ बैक्टीरिया के संयुग्मन और पारक्रमण के बीच समानता और असमानताओं को बता सकेंगे।,

4.2 अलैंगिक जनन

बैक्टीरिया में आनुवंशिक पदार्थ एक सतत् गोल DNA तंतु के रूप में व्यवस्थित रहता है। DNA का ये गोला **केन्द्रकाभ** (nucleoid) नामक क्षेत्र में स्थित रहता है। इनमें ससीमकेन्द्रकी जीवों की भांति निश्चित केन्द्रक नहीं पाया जाता है। बैक्टीरिया की कोशिकाओं में एक या अधिक प्लैस्मिड होते हैं। प्लैस्मिड क्रोमोसोम के बाहर स्थित गोल DNA संमुल होते हैं जो स्वतंत्र रूप से पुनरावृत्ति कर सकते हैं, लेकिन ये जनन के लिए उत्तरदायी नहीं होते हैं।

4.2.1 द्विखंडन

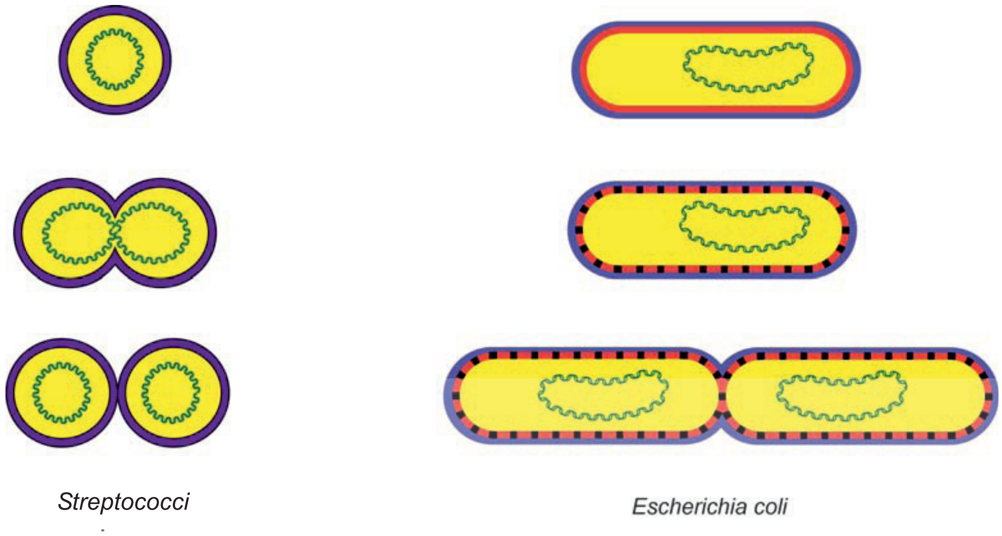
बैक्टीरिया की कोशिकाओं का अलैंगिक जनन (asexual) अनुप्रस्थ द्विखंडन (transverse binary fission) द्वारा होता है। मातृ कोशिका एक अनुप्रस्थ कोशिका भित्ति विकसित कर लेती है फिर दो संतति कोशिकाओं में विभाजित हो जाती है। ये अनुप्रस्थ भित्ति कोशिकाभित्ति की अंदर की ओर वृद्धि के कारण अभिकेन्द्री रूप से विकसित होती है। एक कोशिका साइज़ में दोगुनी हो जाती है और आधे में विभक्त होकर दो एक समान संतति कोशिकाएं बनाती है। बैक्टीरिया की कोशिका को वृद्धि करके दो में विभाजित होने में लगने वाला समय द्विभवनकाल (doubling time) कहलाता है। अनुकूल स्थितियों में कुछ बैक्टीरिया का द्विभवनकाल 20 मिनट जितना कम हो सकता है। बैक्टीरिया की अधिकांश स्पीशीज़ एक से चार घंटे के बीच का द्विभवनकाल प्रदर्शित करती हैं। जब द्विखंडन द्वारा निर्मित संतति कोशिकाएं पृथक नहीं होती है, तो बैक्टीरिया की एक श्रृंखला निर्मित हो सकती है।

DNA पुनरावृत्ति

बैक्टीरिया का DNA क्रोमोसोम गोल होता है। ये स्वयं पुनरावृत्ति करता है जिससे दो गोल क्रोमोसोम बनते हैं। क्रोमोसोम का द्विगुणन उस स्थान पर होता है जो पूरे क्रोमोसोम से होकर गुजरती है और पुनरावृत्ति द्विशाखा (replicating fork) कहलाती है। इस बिंदु पर दो तंतु चार बन जाते हैं और दोनों संतति क्रोमोसोम में एक तंतु जनक से आता है और दूसरा नया बनता है (semi conservative अर्ध-परिवर्तनरोधी)। जब दो द्वितंतुक बन जाते हैं प्रत्येक उत्पत्ति बिंदु कोशिका भित्ति संलग्नन से परे कोशिका के विपरीत सिरों की ओर गति करने लगते हैं।

कोशिका विभाजन

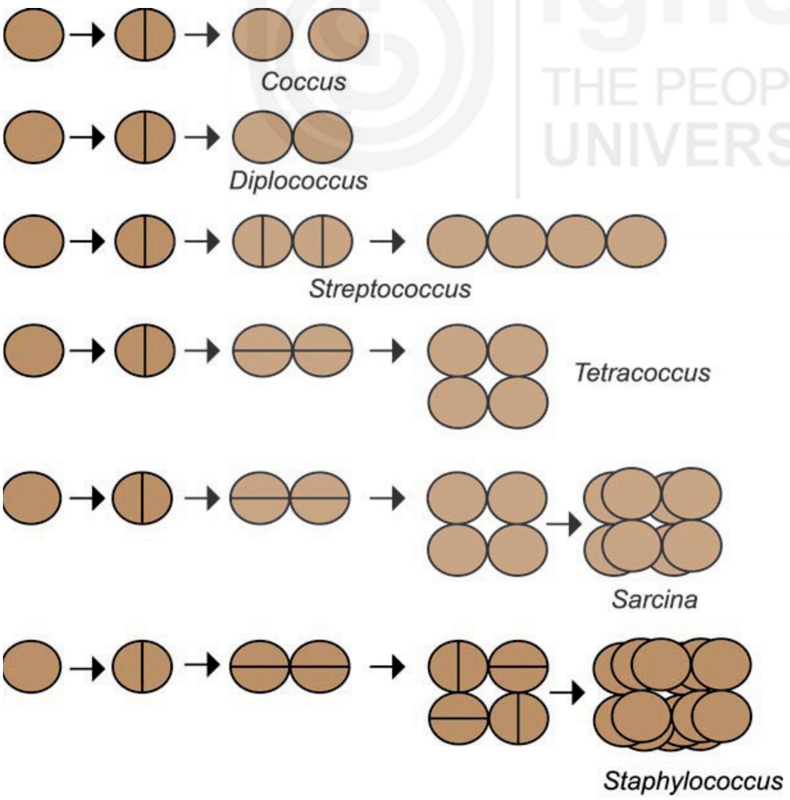
प्लैस्मा कला का परिधीय वलय अंर्तवलित होकर अभिकेन्द्री रूप से वृद्धि करती है जिससे द्विकला पट (septum) बन सके। भित्ति सामग्री पट की दो कलाओं के बीच जमा हो जाती है। दोनों घटनाएं यानी पटनिर्माण और अनुप्रस्थ भित्ति संश्लेषण एक साथ होती हैं। कोशिका विभाजन के बाद संतति कोशिकाओं का पृथक्करण होता है। दोनों एककोशिकीय बैक्टीरिया नई संश्लेषित भित्तियों के बीच के मैट्रिक्स के घुल जाने से अलग हो जाते हैं (चित्र 4.1)।



चित्र 4.1: बैक्टीरिया में द्विखंडन

इस प्रक्रिया के काल में, सभी कोशिकीय घटक इस तरीके से संख्या में बढ़ जाते हैं कि प्रत्येक संतति को न सिर्फ एक पूरा क्रोमोसोम मिल जाता है बल्कि मैक्रोमोलीक्यूल/वृहदाणुओं, मोनोमर समेत आयनों की भी पर्याप्त प्रतियां मिल जाती हैं।

गोल प्रकारों में (कॉकस) विभाजन किसी भी तल में हो सकते हैं, लेकिन बैसीलस (छड़ाकार) में विभाजन कोशिका की लंब अक्ष के लंबवत् होते हैं। कॉकस में, विभाजन निम्न प्रकार से होते हैं (चित्र 4.2)।



ignou THE PEOPLE'S UNIVERSITY

चित्र 4.2: कॉकसों में द्विखंडन। एक से अधिक तलों में, उत्तरोत्तर विभाजनों से विभिन्न प्रकार के कॉकस बन जाते हैं।

एक तल में विभाजन

1. यदि दो विभाजन एक ही तल में संतति कोशिकाओं के पृथक्करण के बगैर होते हैं, तो कोशिकाओं का युग्म बन जाता है, उदाहरण *डिप्लोकॉकस*।

2. जब एक ही तल में दो से अधिक विभाजन होते हैं, तो कोशिकाओं की एक श्रृंखला बन जाती है; उदाहरण *स्ट्रेप्टोकॉकस*।

एक से अधिक तल में विभाजन

1. समकोणों पर दो विभाजनों से 4 कोशिकाओं का समूह बनता है उदाहरणः *टेट्राकॉकस*।
2. समकोणों पर तीन विभाजनों से घनाकार संरचना बनती है उदाहरणः *सार्सीना।*
3. सभी तलों में अनेक अनियमित विभाजनों से कोशिकाओं का गुच्छा बन जाता है उदाहरण : *स्टेफाइलोकॉकस* (चित्र 4.2)।

4.2.2 बीजाणु अंतश्चोल

बैक्टीरिया अलैंगिक रूप से बीजाणु अंतश्चोल/एन्डोस्पोर (endospore) निर्माण द्वारा जनन कर सकते हैं (चित्र 4.3 a)। इस प्रक्रिया में सक्रिय रूप से वृद्धि करने वाला बैक्टीरिया प्रसुप्त (dormant), तापरोधी और अवर्धनशील (nongrowing) कोशिका बन जाता है। बीजाणु अंतश्चोल निर्माण कोशिका विभेदन का एक उदाहरण है। जब बैक्टीरिया वृद्धि की चरघातांकी प्रावस्था (exponential phase) में होते हैं तो यह कभी नही बनता। इस प्रकार का विभेदन तभी होता है जब अनिवार्य पोषक तत्व समाप्त हो जाते हैं। उदाहरण के लिए, यदि बीजाणु अंतश्चोल विभेदन के काल में माध्यम में ग्लूकोस मिला दिया जाए तो बीजाणु जनन की घटना उन एन्जाइमों के अवरोधन से रूक जाती है जो बीजाणु जनन में सहायक होते हैं। वास्तव में वृद्धि और बीजाणु जनन की घटनाएं विपरीत प्रक्रियाएं हैं। बीजाणु जनन अनुलेखन (transcription) और स्थानांतरण (translation) दोनों स्तर पर नियंत्रित होता है। विभिन्न प्रकार के m-RNA की वृद्धि और बीजाणुजनन के काल में उपस्थिति सुझाती है कि अनुलेखन की बीजाणु अंतश्चोल विभेदन में प्रमुख भूमिका होती है। वंश *बैसीलस* और *क्लोस्ट्रीडियम* तथा कुछ कॉकस और स्पाइरिला बीजाणु अंतश्चोल बनाते हैं। सारणी 4.1 में एक सक्रिय रूप से वृद्धि करने वाली बैक्टीरिया की कोशिका और एक बीजाणु अंतश्चोल का तुलनात्मक विवरण दिया गया है।

सारणी 4.1: एक सक्रिय बैक्टीरिया कोशिका और एक बीजाणु अंतश्चोल का तुलनात्मक विवरण

तुलना किए जाने वाले आयटम	सक्रिय बैक्टीरिया	बीजाणु अंतश्चोल (एन्डोस्पोर)
संरचना	प्रारुपिक ग्रैम ग्राही कोशिका	बीजाणु आवरण मोटा
सूक्ष्मदर्शीय अवलोकन	अ-अपवर्तनीय	अपवर्तनीय
कैल्सियम	कम	अधिक
पोलीसैकेराइड	अधिक	अनुपस्थित
क्रिस्टलीय प्रोटीन	अनुपस्थित	अधिक
सल्फर एमीनो अम्ल	कम	अधिक
एन्जाइमी क्रियाशीलता	अधिक	कम
उपापचयज	अधिक	कम
मैक्रोमोलीक्यूल/वृहदाणु संश्लेषण	अधिक	कम/अनुपस्थित
m-RNA	उपस्थित	कम/अनुपस्थित
विकिरण प्रतिरोधकता	कम	अधिक
रसायनों के लिए प्रतिरोधकता	कम	अधिक
अभिरंजक से अभिरंजनशीलता	अभिरंजनीय	सिर्फ विशेष विधियों से
लयजनकता	संवेदनशील	प्रतिरोधी

4.2.3 बीजाणु बहिश्चोल/एक्सोस्पोर

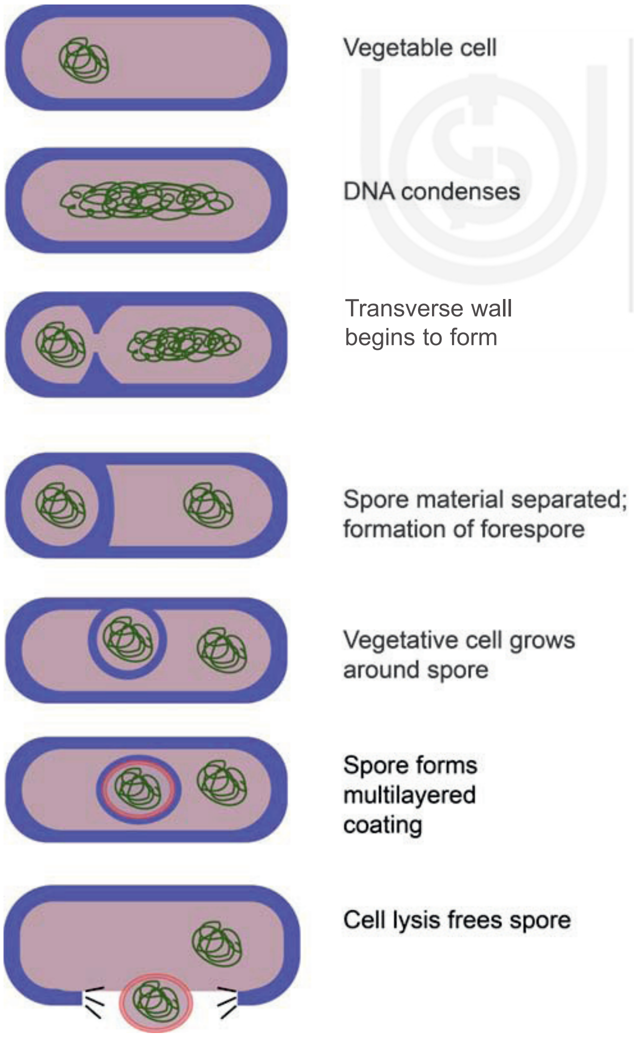
बीजाणु बहिश्चोल (exospore) शुष्कन रोधी विश्रांति कोशिकाएं होती हैं जो कुछ बैक्टीरिया विशेषरूप से मीथेनोट्रोफ्स/मीथेनपोशित टाइप II (methanotrophs) बैक्टीरिया में बनते हैंः उदा. *मेथिलोसाइनस* (*Methylosinus*) तथा *मेथिलोबैक्टीरियम* (*Methylobacterium*)। ये कोशिका के एक ध्रुव से मुकुलन द्वारा बनते हैं और परिपक्व होने पर, इनमें एक जटिल भित्ति और एक तंतुमय कैप्सूल बन जाता है। ये बीजाणु बहिश्चोल अपवर्तनीय (refractile) होते हैं और कोई उपापचयी क्रिया प्रदर्शित नहीं करते हैं। मुकुलन के बाद, मातृकोशिका वृद्धि और विभाजन में असमर्थ होती है भले ही उसे वृद्धि के लिए अनिवार्य पोषक प्रदान कर दिए जाए।

4.2.4 सिस्ट

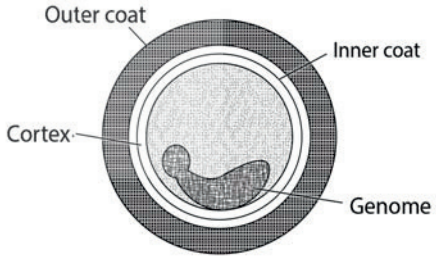
कुछ मीथेनोट्रोफ टाइप II द्वारा सिस्ट भी बनाए जाते हैं उदा. *मेथिलोसिस्टिस* और लगभग सभी *मेथिलोसिस्टिस* टाइप I वंश और *एजोटोबैक्टीरिया* (*Azotobacteria*) (चित्र 4.3 b)।

सिस्ट निर्माण के काल में, संपूर्ण कायिक कोशिका बड़ी और गोल हो जाती है, तथा उस पर अतिरिक्त कोशिकाभित्तियां जमा हो जाती है। इन पर पोली-β हाइड्रोक्सिल ब्यूटाइरेट (poly-β-hydroxyl butyrate) का व्यापक संचयन हो सकता है। सिस्ट शुष्कन रोधी भी होती है।

मीथेनोट्रोफिक/मीथेनपोषित जीव ग्रैम अग्राही, अविकल्पी वायुजीवी होते हैं और कम ऑक्सीजन तनाव में अधिक तेज़ी से वृद्धि करते हैं। ये एककोशिकीय छड़ाकार, विब्रियो, कॉकस अथवा नाखरुपी (pyriform) कोशिकाएं होती हैं। ये अक्सर ध्रुवीय कषाभ द्वारा गतिशील होते हैं। ये सभी किसी प्रकार की विश्रशन्ति संरचना बनाते हैं। अधिकांश मीथेनोट्रोफ अविकल्पी मीथेनरागी (methophiles) (जो सबस्ट्रेट के रूप में मीथेन पर वृद्धि करते हैं, लेकिन C-C बंधों वाले यौगिकों पर वृद्धि करने में अक्षम होते हैं) होते हैं।



(a)



(b)

चित्र 4.3: बैक्टीरिया में बीजाणुअंतश्चोल तथा सिस्टः a) एक सिस्ट का निर्माण और अंकुरण; तथा b) एक बीजाणु अंतश्चोल।

बोध प्रश्न 1

कोष्ठक में दिए गए विकल्पों में से सही का चयन कीजिए :

क) बैक्टीरिया की कोशिका में द्विखंडन के काल में, नई भित्ति का निर्माण (अभिकेन्द्री/अपकेन्द्री) होता है।

ख) *स्टेफाइलोकॉकस* में, सभी विभाजन का तल (किसी भी तल/समकोणों पर) होता है।

ग) संवर्धन माध्यम में ग्लूकोस मिलाने से बैक्टीरिया के बीजाणु अंतश्चोल का विभेदन (बढ़ जाता/रूक जाता) है।

घ) बैक्टीरियम *एजोटोबैक्टर* (सिस्ट/बीजाणु बहिश्चोल) बनाता है।

4.3 आनुवंशिक पुर्नयोग

समष्टि में परस्पर जीन विनिमय की क्षमता लगभग सभी ससीमकेन्द्रकी जीवों का सर्वगुण है। ससीमकेन्द्रकी जीवों (eukaryotes) से इसमें दो अगुणित युग्मकों का युग्मन सम्मिलित होता है जिसमें द्विगुणित युग्मनज (zygote) बनता है अर्थात् दोनों जनकों के जीनों के पूरे खंडों का विनिमय (अदलाबदली) हो जाता है। असीमकेन्द्रकी जीवों (prokaryotes) में जबकि ऐसी घटनाएं लगभग कभी नहीं होती है। असीमकेन्द्रकी जीवों में लैंगिक जनन काल में जीन विनिमय (genetic exchange) के आणविक विवरण (molecular details) से पता चलता है कि एक कोशिका (दाता) से जीनोम का सिर्फ एक छोटा भाग (खंड) दूसरी कोशिका (ग्राही) को स्थानांतरित होता है। इसके फलस्वरूप अपूर्ण जाइगोट/युग्मनज बनता है जिसे मीरोजाइगोट कहते हैं। मीरोजाइगोट में ग्राही (endogenote) का पूर्ण आनुवंशिक पूरक होता है लेकिन बहुत कम अपवादों के साथ, दाता (exogenote) के आनुवंशिक पूरक का सिर्फ एक भाग ही होता है।

यही नहीं, असीमकेन्द्रकी जीवों में आनुवंशिक विनिमय के किसी भी ज्ञात मामले में ये जीव के जीवनचक्र का अपरिहार्य चरण नहीं होता है बल्कि, ये एक आकस्मिक प्रक्रिया है। बैक्टीरिया में आनुवंशिक विनिमय की तीन क्रियाविधियां निम्न हैं :

संयुग्मन (Conjugation)

पारक्रमण (Transduction)

पारगमन (Transformation)

संयुग्मन

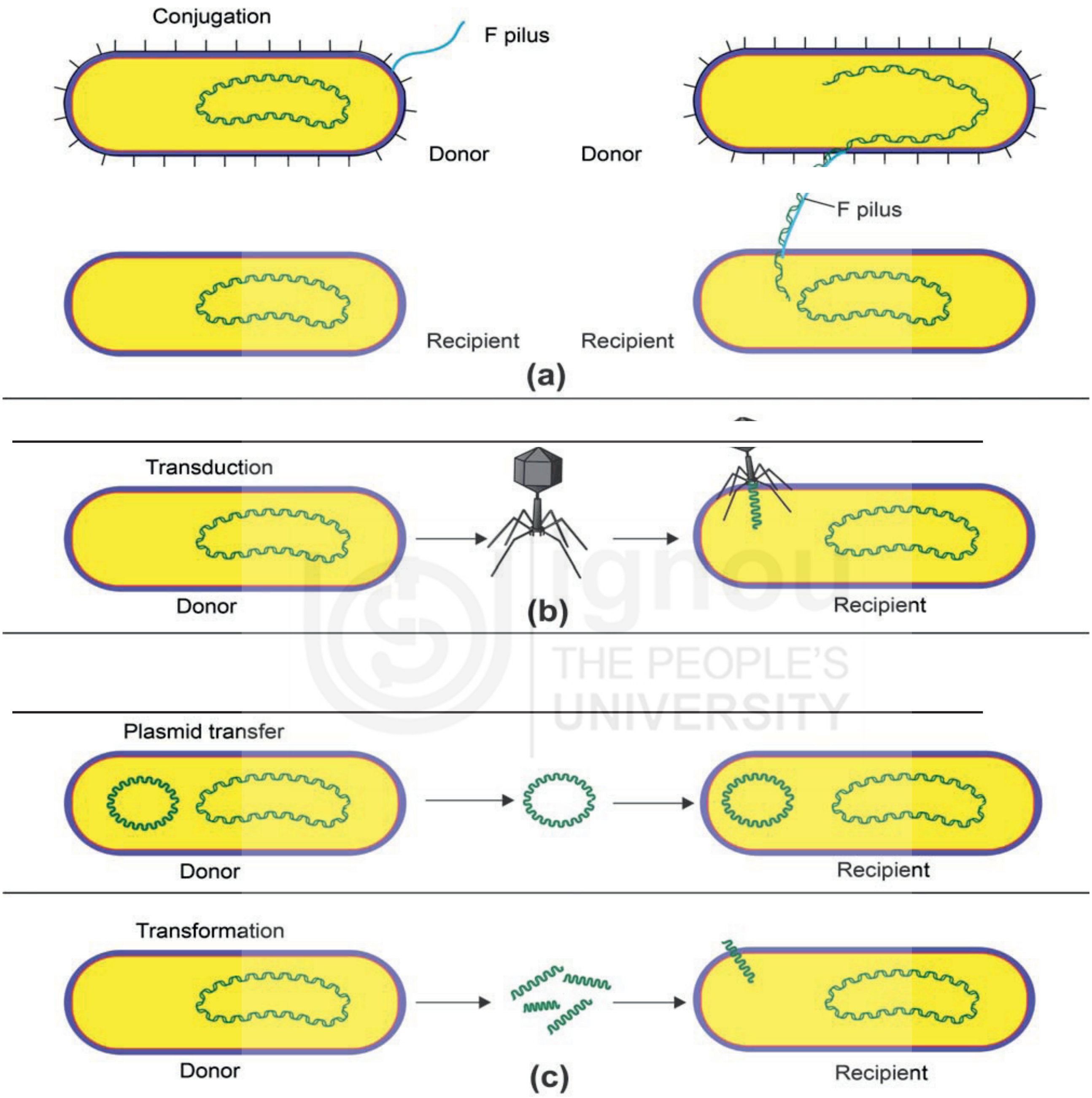
प्रमुख रूप से प्लैस्मिड जनित जीन द्वारा कोडित प्रक्रिया के द्वारा संयुग्मन के काल में आनुवंशिक विनिमय उन कोशिकाओं के बीच होता है जो एक दूसरे के सीधे संपर्क में होती है। सामान्यतः इस प्रक्रिया द्वारा सिर्फ स्वयं प्लैस्मिड ही दाता से ग्राही में स्थानांतरित होता है। कभी–कभी, क्रोमोसोमी जीन का स्थानांतरण भी होता है (चित्र 4.4 a)।

पारक्रमण

पारक्रमण में, DNA का एक असीमकेन्द्रकी कोशिका से दूसरी में स्थानांतरण होता है। ऐसा फेज़ वाइरियॉन के दुर्लभ रूप से बनने के फलस्वरूप होता है, जिसमें इसका कुछ अथवा समस्त प्रकृत बैक्टीरिया का DNA के दाता के DNA (दाता DNA) के द्वारा विस्थापित हो जाता है। जब ऐसा फेज़ वाइरियॉन दूसरी बैक्टीरिया कोशिका (ग्राही कोशिका) से जुड़ता है और इस DNA को दूसरी बैक्टीरिया की कोशिका (ग्राही कोशिका) में स्थानांतरित कर देता है, तो आनुवंशिक विनिमय हो जाता है (चित्र 4.4 b)।

पारगमन

रूपांतरण में, DNA कोशिकाओं से परिवेशी माध्यम में स्थानांतरित हो जाता है और ग्राही कोशिकाएं विलयन में से उसे स्वयं में समावेशित कर लेती हैं (चित्र 4.4c)।



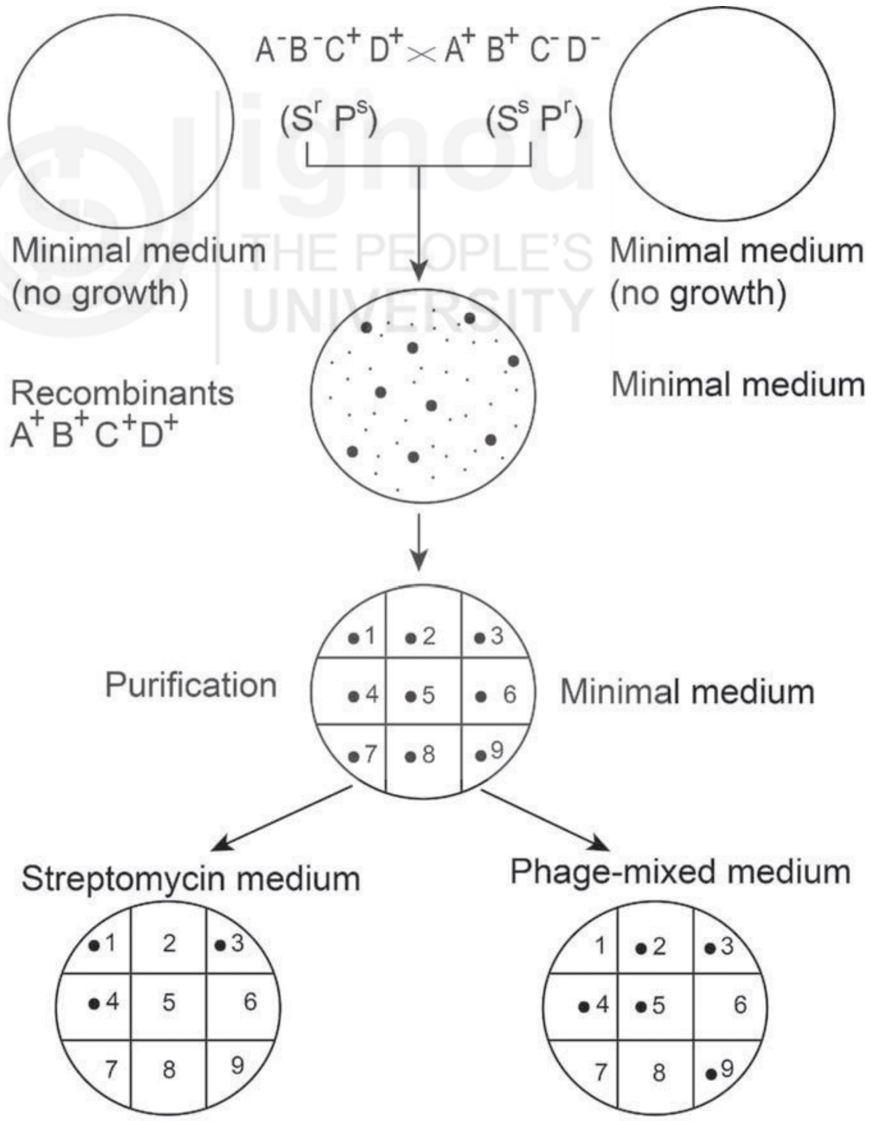
चित्र 4.4 : बैक्टीरिया में आनुवंशिक पुर्नयोग की प्रकारें: a) संयुग्मन; b) पारक्रमण; c) पारगमन।

4.3.1 संयुग्मन

वह प्रक्रिया जिसके द्वारा आनुवंशिक पदार्थ बैक्टीरिया के एक दूसरे के साथ संपर्क में होने पर एक बैक्टीरिया से रूपांतरित होकर दूसरे वाले के साथ पुर्नयोगित होता है, संयुग्मन कहलाती है। इस प्रक्रिया में एक कोशिका दाता की भांति और दूसरी ग्राही की भांति कार्य करती है और पुर्नयोगज (recombinants) ग्राही कोशिकाओ में एकत्रित हो जाते हैं।

खोज

जोशुआ लीडरबर्ग और एडवर्ड टैटम (1946) ने बैक्टीरिया *एशरीकिया कोली* (*Escherichia coli*) को एक्सरे तथा पराबैंगनी विकिरण के लिए उद्भासित करके कुछ उत्परिवर्ती (mutant) स्ट्रेन प्राप्त किए। ये उत्परिवर्ती न्यूनतम माध्यम (minimal medium) (एक ऐसा माध्यम जो वृद्धि कारकों के अतिरिक्त अन्य सभी न्यूनतम पोषकों की आपूर्ति करता है) पर वृद्धि करने में असफल रहे और उन्हें **ऑक्सोट्रोफ** (auxotroph) के रूप में चिह्नित किया गया था। इसके विपरीत, जो जीव न्यूनतम माध्यम पर वृद्धि कर लेते हैं उन्हें **प्रोटोट्रोफ** (prototroph) कहते हैं। लीडरवर्ग और टैटम का परीक्षण जिसके कारण बैक्टीरिया में संयुग्मन की खोज हुई, को चित्र 4.5 में प्रदर्शित किया गया है। उन्होंने एक जनक स्ट्रेन ($A^-B^-C^+D^+S^rP^s$) का चयन किया जिसे वृद्धि के लिए कारक A और B की आवश्यकता होती है और ये स्ट्रेन स्ट्रेप्टोमाइसिन के लिए प्रतिरोधी और फेज़ (एक वाइरस) के लिए संवेदनशील और दूसरे जनक स्ट्रेन ($A^+B^+C^-D^-S^sP^r$) को वृद्धि के लिए वृद्धिकारक (C और D) की आवश्यकता होती है। ये स्ट्रेप्टोमाइसिन के लिए संवेदनशील और फेज़ के लिए प्रतिरोधी था। दोनों स्ट्रेन न्यूनतम माध्यम (बिना किसी वृद्धि कारक के) पर वृद्धि करने में असमर्थ थे।



चित्र 4.5: लीडरवर्ग और टेटम का परीक्षण, *ई.कोली* में पुर्नयोग को दर्शाते हुए।

दिलचस्प रूप से जब दोनों स्ट्रेनों को मिश्रित करके उसी न्यूनतम माध्यम पर फैलाया गया तो कोलोनीज प्रगट हो गई यानी वे वृद्धिकारकों A, B,C,D की अनुपस्थिति में भी उग गए। ये कैसे संभव हुआ? ऐसा सिर्फ पुर्नयोगी बैक्टीरिया के विकास के कारण हुआ था जो अवश्य ही $A^+B^+C^+D^+$ रहे होंगे। जब इन पुर्नयोगजों का स्ट्रेप्टोमाइसिन और फेज़ प्रतिरोधकता के लिए परीक्षण किया गया, उन्होंने नए मार्कर्स (संयोजनों) के प्रगटन को भी प्रदर्शित किया। कोई भी जनक स्ट्रेप्टोमाइसिन अथवा फेज़ के लिए दोगुना संवेदनशील/दोगुना प्रतिरोधी नहीं था। लेकिन, जब प्लेट को देखा तो कोलोनी 3 तथा 4 दोगुनी प्रतिरोधी (S^rP^r) थी, जबकि कोलोनी 6,7 तथा 8 दोगुनी संवेदनशील (S^sP^s) थी।

संयुग्मन की क्रियाविधि

लीडरबर्ग, हेयस और वूलमेन के स्वतंत्र परीक्षणों से *ई. कोली* के स्ट्रेन में ऐसे पुर्नयोगों की क्रियाविधि की हमारी समझ विकसित हुई। उन्होंने निर्णायक रूप से सिद्ध कर दिया कि संयुग्मन में परिगमन सम्मिलित नहीं था बल्कि दो भिन्न प्रकार के स्ट्रेन में भौतिक संपर्क सम्मिलित था।

संयुग्मन के काल में दो बैक्टीरिया की कोशिकाएं एक साथ आती है और दाता कोशिका सीधे प्लैस्मिड के DNA को ग्राही कोशिका में स्थानांतरित कर देती है। विभिन्न बैक्टीरिया के विभिन्न वंशों (जीनस) की कोशिकाओं के बीच क्षैतिज जीन स्थनांतरण हुआ था। एन्टीबायोटिक प्रतिरोधकता को एन्टीबायोटिक प्रतिरोधी और संवेदनशील स्पीशीज़ के बीच स्थानांतरित किया जा सकता है।

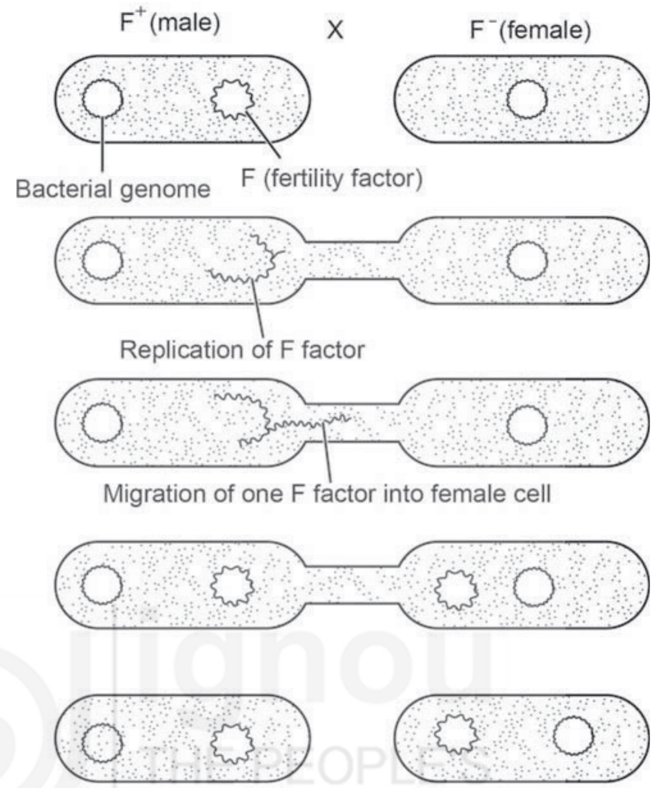
ये प्रदर्शित किया गया कि ग्रैम अग्राही स्पीशीज़ जैसे *ई. कोली* स्ट्रेन में दाता कोशिका में **F फैक्टर** (एक स्थानांतरणीय प्लैस्मिड जिसमें 100 जीन होते हैं) होना चाहिए। F फैक्टर अब एक छोटे गोल DNA अणु (साइज़ में बैक्टीरियोफेज़ के DNA के बराबर) के रूप में जाना जाता है जो स्वतंत्र होता है और कोशिकाद्रव्य में मुक्त रूप से रहता है। कोशिका से कोशिका संपर्क के काल में दाता कोशिका युक्त F फैक्टर, F^+ कहलाता है और एक संयुग्मन उत्सूत्र (pilus) बनाता है जो ग्राही F^- कोशिका के साथ संपर्क करता है जिसमें F फैक्टर नहीं होता है। उत्सूत्र छोटा होकर दोनों कोशिकाओं को नजदीक लाता है और फिर एक संयुग्मन सेतु (conjugation bridge) दोनों कोशिका के कोशिकाद्रव्य को एकसाथ मिलाता है।

सेतु के निर्माण के बाद F^+ फैक्टर DNA पुनरावृत्ति करता है और सेतु से होकर ग्राही कोशिका तक पहुँचता है। जैसे ही HGT (होरिजोन्टल जीन ट्रान्सफर) होता है दाता कोशिका में एक नया पूरक स्ट्रैन्ड/तंतु स्थानांतरित DNA स्ट्रैन्ड/तंतु को विस्थापित करने के लिए बन जाता है। इस नए स्ट्रैन्ड का निर्माण DNA संश्लेषण के द्वारा होता है। प्लैस्मिड DNA के ग्राही कोशिका में पूर्ण स्थानांतरण के बाद दोनों कोशिका अलग हो जाती है।

अब ग्राही कोशिका में नया एकल–तंतुक DNA उस पूरक स्ट्रैन्ड के संश्लेषण के लिए टेम्पलेट होता है जो F फैक्टर बनाता है और ये ग्राही कोशिका दाता कोशिका (F^+) बन जाती है तथा दूसरी F^- ग्राही कोशिका के साथ संयुग्मन के लिए तैयार होती है। F फैक्टर के स्थानांतरण में बैक्टीरिया के क्रोमोसोम सम्मिलित नहीं होते हैं (चित्र 4.6)।

जब भी F^+ टाइप की एक कोशिका F^- कोशिकाओं की समष्टि में पाई जाती है तो कुछ ही घंटों में सभी F^- कोशिकाएं F^+ में रूपांतरित हो जाती हैं। बैक्टीरिया के संयुग्मन की प्रक्रिया के काल में F^+ और F^- कोशिकाओं के बीच संयुग्मन नलिका के बन जाने के बाद

प्लैस्मिड DNA की एक प्रति F^- कोशिका में चली जाती है और उसे F^+ में बदल देती है (चित्र 4.6)। संयुग्मन के अंत में प्रत्येक ग्राही कोशिका F^+ कोशिका बन जाती है, और इस प्रकार प्रत्येक युग्मन के काल में संयुग्मन नली के द्वारा F फैक्टर के स्थानांतरण को दर्शाती है।



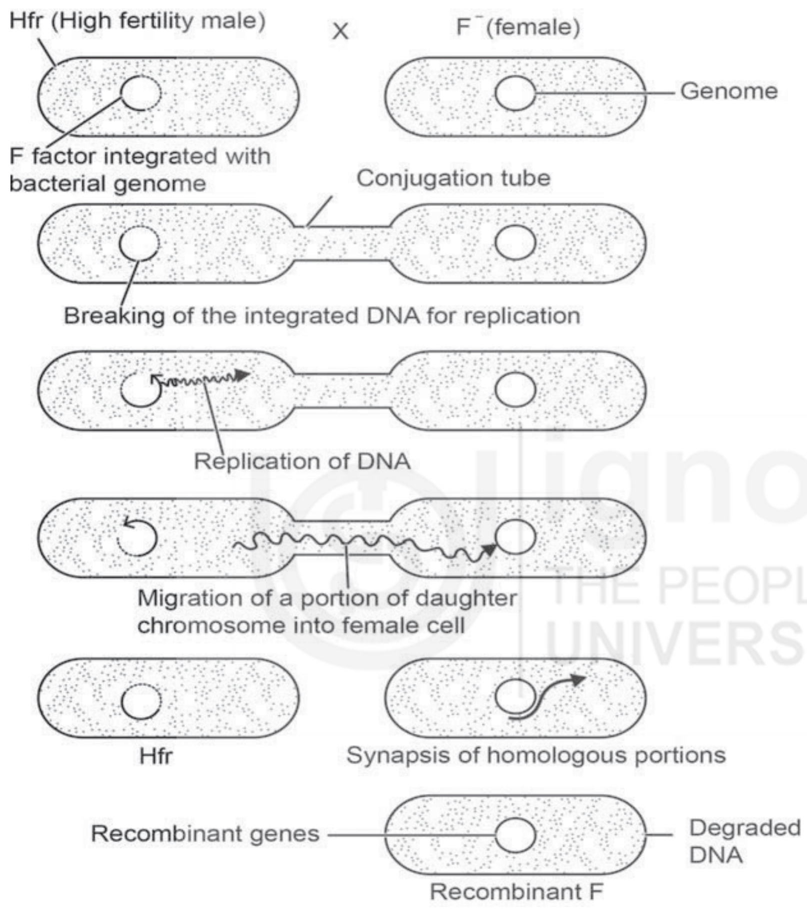
चित्र 4.6 : बैक्टीरिया में संयुग्मन F^+ तथा F^- बैक्टीरिया के बीच संयुग्मन जिससे F^- का F^+ में रूपांतरण हो जाता है ।

उच्च आवृत्ति के पुर्नयोग (HFr) वाले स्ट्रेन

F प्लैस्मिड दो अवस्थाओं में रह सकता है – ये बैक्टीरिया के कोशिकाद्रव्य में मुक्त रूप से रह सकता है अथवा ये बैक्टीरिया के क्रोमोसोम के साथ समेकित हो सकता है। आप इसका महत्व जान पाएंगे क्यों कि जब ये क्रोमोसोम में समावेशित होता है, तब F^+ नर एक Hfr नर बन जाता है और उच्च आवृति के पुर्नयोग (high frequency of recombinations) Hfr का स्ट्रेन कहलाता है। Hfr कोशिका F^+ कोशिका की तरह ही संयुग्मन कर सकती है। जब कोशिकाएं संपर्क कर लेती है तो पुनरावृत्ति किया हुआ एकलतंतुक DNA संयुग्मन सेतु से ग्राही कोशिका में जाना आरंभ कर देता है। पूरा क्रोमोसोम बहुत कम ही ग्राही कोशिका में प्रवेश करता है क्योंकि ये प्रक्रिया उन गतियों के द्वारा बाधित होती है जो पूर्ण क्रोमोसोम के स्थानांतरण के पहले कोशिकाओं के बीच से सेतु को खंडित कर देती है। स्थानांतरित DNA ग्राही क्रोमोसोम के समान टुकड़े को विस्थापित कर देता है और ग्राही कोशिका पुर्नयोगी F^- कोशिका कहलाती है क्योंकि संपूर्ण F फैक्टर ग्राही कोशिका में नहीं जाता है। यह अर्धद्विगुणित DNA के स्थानांतरण के फलस्वरूप मीरोजाइगोट (Merozygote) कहलाता है।

एक प्रश्न जिसमें आपकी दिलचस्पी होगी, वह ये है कि Hfr कोशिकाएं जननक्षम फैक्टर (fertility factor) का स्थानांतरण क्यों नहीं करती हैं। ये देखा गया है कि विभिन्न Hfr स्ट्रेन में F प्लैस्मिड DNA, बैक्टीरिया के क्रोमोसोम में विभिन्न बिंदुओं पर समावेशित होता

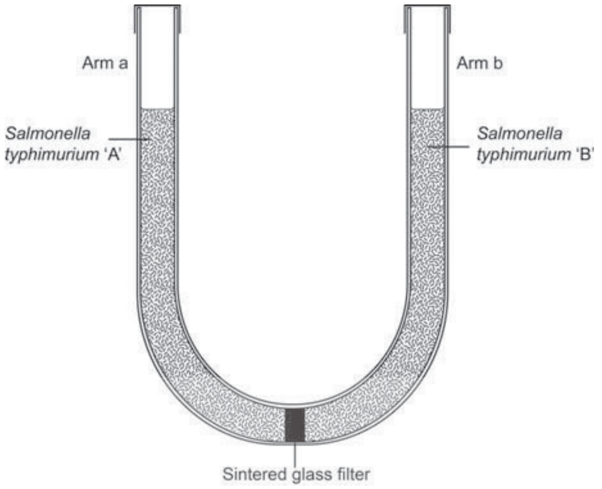
है और संयुग्मन के समय, गोल बैक्टीरियाई क्रोमोसोम उस बिंदु पर खंडित होकर खुल जाता है जहाँ F फैक्टर उसके साथ समेकित हुआ था। Hfr X F^- युग्मन में (चित्र 4.7); एक बैक्टीरिया का क्रोमोसोम और उसमें उपस्थित जीन वे हैं जिन्हें सबसे पहले F^- कोशिका में स्थानांतरित किया जाना है। F फैक्टर स्थानांतरित किया जाने वाला अंतिम खंड होता है। वास्तव में, संयुग्मन की प्रक्रिया इतने लंबे समय तक नहीं चलती है कि पूरा क्रोमोसोम F^- कोशिका में स्थानांतरित हो सके और इससे अब ये समझा जा सकता है कि ग्राही कोशिकाएं यानी F^- कोशिकाएं जब Hfr कोशिकाओं के साथ युग्मन करती है तो जननक्षम फैक्टर को अर्जित नहीं करती हैं।



चित्र 4.7: बैक्टीरिया में संयुग्मन – F^+ का Hfr उच्च जननक्षम नर में रूपांतरण।

4.3.2 पारक्रमण

जोशुआ लीडरबर्ग और उनके विद्यार्थी नोर्टन जिन्डर ने 1951 में *साल्मोनेला टाइफीम्यूरियम* (*Salmonella typhimurium*) में पुर्नयोग की प्रक्रिया का पता लगाना आरंभ कर दिया था जोकि चूहे में टाइफॉइड का बैक्टीरिया था। उन्होंने उसी तकनीक का प्रयोग किया जो लीडरबर्ग और टेटम ने *ई.कोली* के लिए प्रयोग की थी। उन्होंने पोषक रूप से–हीन उत्परिवर्ती (ऑक्सोट्रोफ) प्राप्त किए जो–न्यूनतम माध्यम में वृद्धि करने में असफल रहे। जब दो उत्परिवर्तियों के मिश्रण को एक साथ आरोपित किया गया, तो कुछ में पुर्नयोगी प्रगट हो गए लेकिन अन्य स्ट्रेन में नहीं प्रगट हुए। जब उन्होंने इसके कारण का विश्लेषण किया तो उन्हें एक नए प्रकार के जीन विनिमय का पता चला, जो बैक्टीरियोफेज़ की मध्यस्थता से होता है। लीडरबर्ग और जिन्डर ने जीन स्थानांतरण की इस विधि को पारक्रमण (Transduetion) के रूप में वर्णित किया (चित्र 4.8)।



चित्र 4.8: जिन्डर और लिडरबर्ग का पारक्रमण (U नली) परीक्षण।

एक नए प्रकार का जीन विनिमय, एक नया पारक्रमण तीसरे प्रकार का HGT (होरिजोन्टल जीन ट्रान्सफर) है लेकिन इसमें बैक्टीरिया के DNA खंड को दाता से ग्राही कोशिका में स्थानांतरित करने के लिए वाइरस की आवश्यकता होती है। पारक्रमण में भागीदारी करने वाला वाइरस बैक्टीरियोफेज़ (जीवाणुभोजी) अथवा फेज़ कहलाता है। पारक्रमण दो प्रकार का होता है।

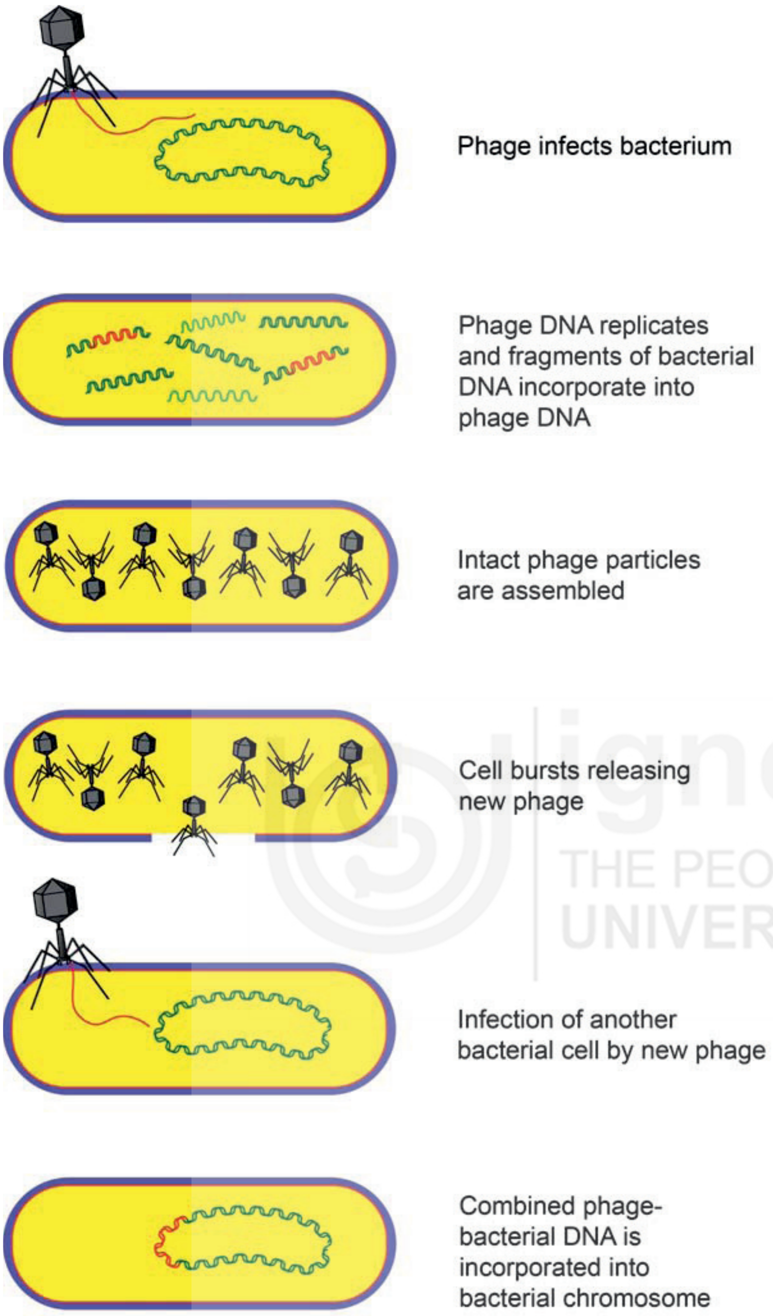
सामान्यीकृत पारक्रमण

इस प्रकार के पारक्रमण में, बैक्टीरिया के DNA का एक यादृच्छिक खंड अनजाने में ही फेज़ DNA की बजाय फेज़ में ही चला जाता है। ऐसा फेज़ दोषपूर्ण कण कहलाता है। ये दोषपूर्ण कण ग्राही कोशिका से जुड़ जाता है और दाता DNA को उस कोशिका में प्रक्षेपित करता है जहाँ ये DNA ग्राही के DNA के एक खंड से पुर्नयोग कर सके।

उन्होंने एक परीक्षण किया जिसने संयुग्मन द्वारा इस आनुवंशिक स्थानांतरण का खंडन कर दिया। उन्होंने एक U– नली ली जिसमें दो भुजाओं युक्त निसादी (sintered) ग्लास फिल्टर था। कोई भी बैक्टीरिया इस फिल्टर से छनकर पार नहीं जा सकता था। उन्होंने दोनों भुजाओं 'A' और 'B' को *साल्योनेला टाइफीम्यूरियम* के दो भिन्न स्ट्रेन या ऑक्सोट्रॉफ (auxotroph) से भर दिया। इस प्रकार इस व्यवस्था में दोनों भुजाओं का मीडियम फिल्टर से होकर जा सकता था लेकिन दोनों बैक्टीरिया के स्ट्रेन नहीं जा सकते थे। दिलचस्प रूप से, पुर्नयोगज सिर्फ भुजा 'A' में दिखाई दिए। इसमें एन्जाइम DNAase (डीएनेज) मिलाया गया जो DNA को निम्नीकृत कर देता है लेकिन ऐसे पुर्नयोग को नहीं रोक सका। अतः रूपांतरण की क्रियाविधि का खंडन हो गया। उन्होंने अपने प्रेक्षण को पारक्रमण द्वारा समझाया।

ये पाया गया कि स्ट्रेन 'A' एक लयजनक स्ट्रेन था, जिसमें संयत फेज़ (temperate phage) था (चित्र 4.9)। मीडियम में उपस्थित कुछ बैक्टीरिया का सदैव लयन हो जाता था। जिससे ये फेज़ मीडियम में निर्मुक्त हो जाते थे। ये फेज़ इतने छोटे थे कि फिल्टर से होकर निकल गए, जबकि बैक्टीरिया भुजा 'A' से दूसरी भुजा 'B' में फिल्टर होकर नहीं जा सके। भुजा B के बैक्टीरिया इन संयत फेज़ के लिए संवेदनशील थे। बैक्टीरिया के स्ट्रेन B के लयनचक्र के काल में, बैक्टीरिया के DNA का कुछ भाग फेज़ कणों के DNA खंडों में समावेषित हो गया। ऐसे परिवर्तित फेज़ **पारक्रमणी फेज़** (transducing phage) कहा गया। ऐसे फेज़ भुजा 'A' में बैक्टीरिया के स्ट्रेन 'A' पर हमला कर सकते थे। अतः स्ट्रेन B के DNA के खंड दोनों बैक्टीरिया के स्ट्रेन के मौलिक संपर्क नहीं होने

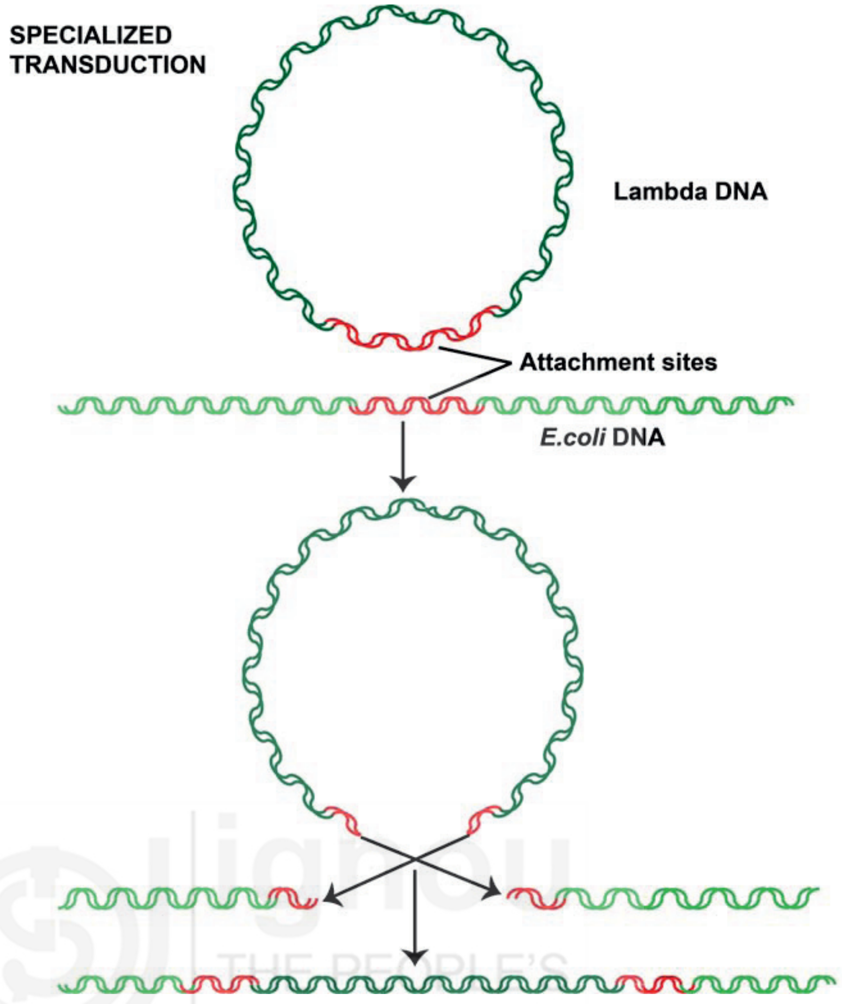
पर भी भुजा 'A' में उपस्थित बैक्टीरिया के DNA में चले गए। इससे ग्राही का जीनोम रूपांतरित हो गया (चित्र 4.9)।



चित्र 4.9: संयत फेज़ द्वारा सामान्यीकृत रूपांतरण।

विशेषीकृत पारक्रमण (Specialised Transduction)

इस प्रकार के पारक्रमण में, सिर्फ बैक्टीरिया के विशिष्ट जीन स्थानांतरित होते हैं। यहाँ भी स्थानांतरण करने वाले कर्मक त्रुटिपूर्ण फेज़ होते हैं क्योंकि उनमें वाइरस पुनरावृत्ति के लिए आवश्यक कुछ फेज़ जीन नहीं होते हैं (चित्र 4.10)। ऐसे पारक्रमणी फेज़ दूसरी कोशिका को संक्रमित कर सकते हैं और अपने जीन्स को किसी अन्य बैक्टीरिया के जीन्स के साथ स्थानांतरित कर सकते हैं जो ग्राही कोशिका के क्रोमोसोमों में समावेशित हो सकते हैं। अब वह ग्राही कोशिका जिसने मूल दाता कोशिका से जीन अर्जित किए हैं, वह ग्राही अब पारक्रमित कहलाती है।



चित्र 4.10: विशेषीकृत पारक्रमण।

वृद्धिरुद्ध पारक्रमण (Abortive Transduction)

कभी-कभी फेज़ द्वारा लाया गया बैक्टीरिया का DNA ग्राही बैक्टीरिया की कोशिका के जीनोम के साथ समेकित नहीं होता है और स्वयं को स्वतंत्र रूप से व्यक्त करता है। ये पुनरावृत्ति नहीं करता है और द्विखंडन के काल में दो संतति कोशिकाओं में से एक में चला जाता है, चूंकि ये क्रोमोसोम के साथ समेकित नहीं हुआ था, अतः ये स्वयं की पुनरावृत्ति भी नहीं करता है।

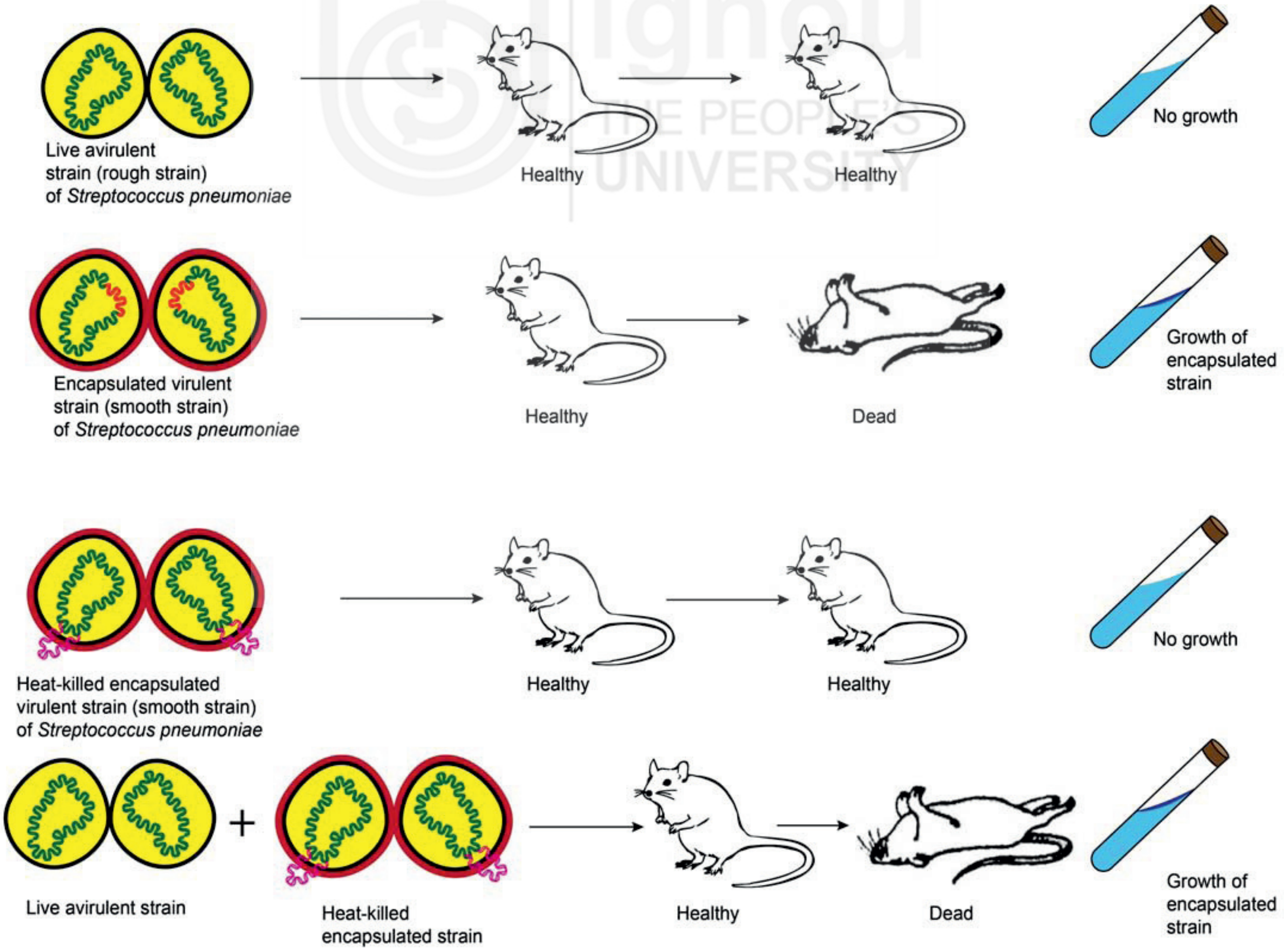
4.3.3 परिगमन

परिगमन (transformation) को आसपास के परिवेश से DNA खंडो का ग्राही कोशिकाओं द्वारा उद्ग्रहण एवं उनकी अभिव्यक्ति की प्रक्रिया के रूप में परिभाषित किया जा सकता है। दूसरे शब्दों में परिगमन में एक मुक्त DNA अणु दाता से ग्राही बैक्टीरिया में स्थानांतरित होता है। अनेक बैक्टीरिया अपने आसपास के परिवेश से भी DNA अणु ले सकते हैं। प्राकृतिक रूप से सामान्यतः परिगमन ग्रैम अग्राही और ग्रैम ग्राही बैक्टीरिया में पाया जाता है।

1928 में फ्रेड ग्रिफिथ द्वारा *स्ट्रेप्टोकॉकस निमोनी* (*Streptococcus pneumoniae*) में सबसे पहले बैक्टीरिया का परिगमन किया गया था (चित्र 4.11)। *एस. निमोनी* की कोशिकाओं में पोलीसैकेराइडो का बना चिपचिपा कैप्सूल पाया जाता है, जो ठोस संवर्धन मीडियम पर कोलीनीज़ को एक चमकदार और चिकना रूप देता है। ये कोशिकाएं 'S'

कोशिकाएं कहलाती हैं। कृत्रिम माध्यम पर लंबे समय तक संवर्धन के बाद कुछ कोशिकाएं कैप्सूल बनाने की क्षमता खो देती हैं। इन कोशिकाओं की सतह सलवटदार और खुरदुरी हो जाती है और ये 'R' कोशिकाएं कहलाती हैं। ये बैक्टीरिया कैप्सूल के साथ-साथ अपनी उग्रता भी खो देते हैं। कैप्सूल उन्हें उग्रता प्रदान करता है क्योंकि ये *न्यूमोकोकाई* को शरीर के *न्यूट्रोफिल* और मैक्रोफेज़ों द्वारा निगले और नष्ट किए जाने से बचाता है। वे चूहे जिन्हें कुछ टाइप II *न्यूमोकोकाई (न्यूमोकोकाई* विभिन्न टाइप I, II, III, आदि में पाए जाते हैं) की S कोशिकाओं का इंजैक्शन दिया गया, के शरीर जल्दी ही उसी प्रकार की वंशज कोशिकाओं (descendant cells) से भर गए।

ग्रिफिथ ने एक परीक्षण किया और देखा कि जब जीवित R कोशिकाओं (अहानिकर) और मृत S कोशिकाओं (ये भी अहानिकर होनी चाहिए) का एक साथ इंजैक्शन दिया गया, तो चूहा बीमार हो गया और जीवित S कोशिकाएं उसके शरीर से प्राप्त की गई। जीवित R-1 कोशिकाओं और मृत S-II कोशिकाओं के इंजैक्शन से मरणासन्न चूहे का शरीर जीवित S-II *न्यूमोकोकाई* से भर गया। मृत S-II कोशिकाओं में किसी चीज ने R-I कोशिकाओं के लक्षणप्ररूप (phenotype) में एक स्थायी परिवर्तन कर दिया (चित्र 4.11)। ये प्रक्रिया पारगमन कहलाती है। कोशिका की पारगमन करने की क्षमता उसकी सक्षमता पर निर्भर करती है। वे कोशिकाएं जो ऐसी अवस्था में होती है जिसमें उन्हें उनके परिवेश में पाए जाने वाले DNA द्वारा पारगमित किया जा सकता है वे **सक्षम** (competent) कहलाती हैं, जिसे ग्राही बैक्टीरिया की अपने परिवेश से DNA को ले लेने की क्षमता के



चित्र 4.11: चूहे और *स्ट्रेप्टोकोकस निमोनिआई* पर ग्रिफिथ का परीक्षण।

रूप में परिभाषित किया जा सकता है अर्थात् इसमें सतह पर DNA के लिए बंधनकारी स्थल होने चाहिए और DNAase एन्जाइम नहीं होना चाहिए जो DNA को निम्नीकृत कर देता है। सक्षमता एक दिलचस्प गुण है जो विभिन्न बैक्टीरिया में परिवर्ती होता है, बैक्टीरिया के बहुत कम जीनस (वंश) ऐसे हैं जो प्राकृतिक रूप से DNA को ग्रहण करने में सक्षम अथवा समर्थ होते हैं।

अनेक बैक्टीरिया में सक्षम अवस्था उसके क्रोमोसोमी जीन्स द्वारा प्राप्त होती है और कुछ पर्यावरणीय स्थितियों द्वारा इसका संकेत दिया जाता है। कुछ बैक्टीरिया सामान्य स्थितियों में सक्षम नहीं बन पाते हैं, लेकिन उन्हें अनेक प्रकार के अत्यधिक कृत्रिम उपचारों द्वारा जैसे कि द्विसंयोजी धनायनों (divalent cation) की उच्च सान्द्रता के लिए उद्भासन द्वारा सक्षम बनाया जा सकता है। पारगमन की यह प्रणाली कृत्रिम पारगमन कहलाती है।

स्ट्रेप्टोकॉकस निमोनिआई (एक ग्रैम ग्राही बैक्टीरिया) और *हीमोफिन्जी इन्फ्लुएन्जी* (*Haemophilus influenzae*) (एक ग्रैम अग्राही बैक्टीरिया) उन बैक्टीरिया के उदाहरण हैं जिनमें प्राकृतिक पारगमन की क्षमता का गुण निहित रहता है। *एशरीकिया कोली* में प्राकृतिक पारगमन की क्षमता नहीं पाई जाती है। यद्यपि इसे प्लैस्मिड तकनीक द्वारा कृत्रिम रूप से रूपांतरित किया जा सकता है।

बोध प्रश्न 2

रिक्त स्थानों को उपयुक्त शब्द(दों) से भरिए:—

क) मीरोजाइगोट में संपूर्ण आनुवंशिक पूरक .... कोशिका का होता है।

ख) .... की क्रियाविधि के काल में DNA आसपास के परिवेश से बैक्टीरिया की कोशिका में स्थानांतरित हो जाता है।

ग) जे. लीडरबर्ग तथा ई. टेटम ने बैक्टीरिया में आनुवंशिक पुर्नयोग की .... पद्धति का वर्णन किया था।

घ) जब प्लैस्मिड बैक्टीरिया के क्रोमोसोम से समेकन करता है, तो यह कोशिका को . ... स्ट्रेन में परिवर्तित कर देता है।

4.4 सारांश

- बैक्टीरिया में, आनुवंशिक पदार्थ DNA के एक सतत गोल तंतु के रूप में, केन्द्रकाभ नामक क्षेत्र में पाया जाता है।
- ऐसी कोशिकाओं में गुणसूत्रबाह्य गोल DNA तंतु पाए जा सकते हैं जो स्वतंत्र रूप से पुनरावृत्ति कर सकते हैं। ये प्लैस्मिड कहलाते हैं।
- बैक्टीरिया अलैंगिक और लैंगिक दोनों प्रकार का जनन प्रदर्शित करते हैं।
- अलैंगिक जनन द्विखंडन, बीजाणु अंतश्चोल, बीजाणुबहिश्चोल अथवा सिस्ट निर्माण के द्वारा होता है।
- द्विखंडन के काल में, प्रत्येक संतति कोशिका को एक पूर्ण क्रोमोसोम और सभी अनिवार्य मैक्रोमोलीक्यूलस/वृहदाणुओं की पर्याप्त प्रतियां मिलती हैं, इसके अतिरिक्त

मोनोमर तथा आयन भी प्राप्त होते हैं। द्विखंडन के काल में भित्ति निर्माण अभिकेन्द्री होता है।

- कोशिकाभित्ति में खंडन के तल के साथ ही संतति कोशिकाओं का पृथक न होना ही *कॉकस, डिप्लोकोकस, स्ट्रेप्टोकॉकस, टेट्राकॉकस, सारसीना और स्टेफाइलोकॉकस* निर्माण के लिए उत्तरदायी होता है।
- बीजाणु अंतश्चोल निर्माण के काल में एक प्रसुप्त, तापरोधी, तथा अवर्धनशील कोशिका विकसित होती है।
- बीजाणु बहिश्चोल और सिस्ट शुष्कन रोधी विश्रान्ति कोशिकाएं होती हैं, जिन्हें विशेषरूप से कुछ मीथेनोट्रोफ द्वारा निर्मित किया जाता है।
- बैक्टीरिया में लैंगिक जनन, उसके जीवन का कोई अविकल्पी चरण नहीं है। बैक्टीरिया में आनुवंशिक विनिमय की क्रियाविधिः संयुग्मन, पारगमन और पारक्रमण हो सकती है।
- संयुग्मन में बैक्टीरिया की दो कोशिकाओं के बीच सीधे मौलिक संपर्क द्वारा आनुवंशिक विनिमय होता है। ये प्रमुख रूप से प्लैस्मिड, एक F^- फैक्टर के द्वारा होता है।
- पारगमन के समय, कोशिकाओं से DNA का आसपास के माध्यम में स्थानांतरण होता है और फिर ग्राही कोशिका उसे समावेशित करती है।
- पारक्रमण के काल में, DNA एक बैक्टीरियाई कोशिका से दूसरी में फेज़ वाइरियॉन के द्वारा स्थानांतरित होती है।

4.8 अंत में कुछ प्रश्न

1. बैक्टीरिया में द्विखंडन की क्रियाविधि का वर्णन कीजिए।
2. बैक्टीरिया में पारगमन, पारक्रमण और संयुग्मन के बीच अन्तर बताइए।
3. लीडरवर्ग और जिन्डर के उस परीक्षण का वर्णन कीजिए जिससे बैक्टीरिया में पारक्रमण की खोज हुई।
4. बैक्टीरिया के F^+, F^- और HFr स्ट्रेनों को परिभाषित कीजिए।
5. बैक्टीरिया के बीजाणु अंतश्चोल का वर्णन कीजिए।

4.6 उत्तर

बोध प्रश्न

1. क) अभिकेन्द्री
   ख) किसी भी तल में
   ग) रोकता
   घ) सिस्ट
2. क) ग्राही
   ख) पारगमन
   ग) संयुग्मन
   घ) HFr^+

अंत में कुछ प्रश्न

1. उपअनुभाग 4.2.1 में देखिए।
2. अनुभाग 4.3 (आनुवंशिक पुर्नयोग) में देखिए।
3. उपअनुभाग 4.3.2 (चित्र 4.7) देखिए।
4. उपअनुभाग 4.3.1 में देखिए।
5. उपअनुभाग 4.2.2 में देखिए।

शब्दावली

ऑक्सोट्रोफ (Auxotroph) : प्रोटोट्रोफ का एक उत्परिवर्ती, जो न्यूनतम माध्यम पर नहीं उग पाता है। (माध्यम उत्परिवर्ती)

द्विखंडन (Binary fission) : बैक्टीरिया की कोशिका की कोशिकाभित्ति का अभिकेन्द्री अंर्तवलन जिसमें दो एक समान संतति कोशिका का निर्माण होता है। पट का निर्माण और क्रोमोसोम का विभाजन क्रोमोसोम द्वारा प्रेरित होते हैं।

सक्षमता (Competence) : बैक्टीरिया की एक अवस्था जिसमें वह अपने परिवेश के DNA द्वारा पारगमित हो सकता है।

पूर्णमाध्यम (Complete medium) : वह मीडीयम जो ऑक्सोट्रोफ को वृद्धि में कमी वाले पदार्थ/पदार्थों की आपूर्ति करता है।

सिस्ट (Cyst) : बैक्टीरिया का रूपांतरित कायिक शुष्कन रोधी कोशिका, इसमें अतिरिक्त कोशिका भित्ति पाई जाती है और ये पौली.".हाइड्रोक्सीब्यूटिरेट से समृद्ध होती है।

बीजाणु अंतश्चोल (Endospore) : प्रसुप्त, तापरोधी, अवर्धनशील अलैंगिक जनन इकाई जो बैक्टीरिया द्वारा बनती है।

बीजाणुबर्हिःचोल (Exospore) : शुष्कन रोधी विश्रान्ति कोशिका जो कुछ बैक्टीरिया द्वारा निर्मित होती है, यह एक कली के रूप में कोशिका के एक ध्रुव से निकलती है। इसमें जटिल भित्ति और तंतुमय कैप्सूल होता है।

F- फैक्टर (F- Factor) : बैक्टीरिया की दाता कोशिका में संयुग्मन के काल में पाया जाने वाला एक संचरणीय प्लैस्मिड।

F- कोशिका **(F- cell)** : संयुग्मन के काल में ग्राही कोशिका, जिसमें F-फैक्टर नहीं होता है।

F- कोशिका **(F+ cell)** : F- फैक्टर युक्त दाता कोशिका जो ग्राही F- कोशिका के साथ संपर्क बनाने के लिए उत्सूत्र (pilus) उत्पन्न करती है।

HFr - कोशिका **(HFr-cell)** : F- फैक्टर जब F+ कोशिका के क्रोमोसोम में प्रवेश कर जाता है, यह F+ नर को HFr नर (उच्च आवृत्ति संयोजन) स्ट्रेन में रूपांतरित कर देता है।

प्लैस्मिड ;च्सेंउपकद्ध : एक छोटा गोल DNA अणु जो स्वायत्त होता है और बैक्टीरिया के कोश्किाद्रव्य में मुक्त रूप से रहता है। ये संयुग्मन के समय F^- फैक्टर की तरह काम करता है।

न्यूनतम माध्यम (Minimal Medium): ऐसा माध्यम जो वृद्धि कारकों के अतिरिक्त अन्य सभी न्यूनतम पोषण आवश्यकताओं की आपूर्ति करता है।

प्रोटोट्रोफ **(Prototroph)** : वह जीव जो न्यूनतम मीडीयम पर वृद्धि करता है।

ignou
THE PEOPLE'S
UNIVERSITY

फीडबैक फार्म

प्रिय विद्यार्थी,

इस पाठ्यक्रम के **डिजाइन, विषय, अध्ययन का समय, भाषा, प्रजेंटेशन स्टाइल,** तथा **कोर्स की डिलिवरी** के संबंध में अपना फीडबैक हमें भेजिए। इन पहलुओं के अतिरिक्त किसी अन्य पहलू पर भी आपके फीडबैक का स्वागत है।

सधन्यवाद,

भवदीय
पाठ्यक्रम संयोजक,
बायोडायवर्सिटी (माइक्रोब्स, एल्गी, फंजाई और आर्केगोनिएट्स)
कोर्स कोड : BBYCT-131

फीडबैक यहां लिखिए।

ignou
THE PEOPLE'S
UNIVERSITY

फीडबैक यहां लिखिए।

इसे यहां मोड़िए .

कृपया यहाँ
डाक टिकट

To,

पाठ्यक्रम संयोजक,
बायोडायवर्सिटी (माइक्रोब्स, एल्गी, फंजाई और आर्कगोनिएट्स)
कोर्स कोड : BBYCT-131
विज्ञान विद्यापीठ

इसे यहां मोड़िए .

नामांकन संख्या तथा पता यहां लिखिए।