

# बैक्टीरिया: कुछ नए तथ्य

डॉ. अरविन्द गुप्ते

**बै**क्टीरिया यानी जीवाणु बहुत सूक्ष्म एक-कोशिकीय जीव होते हैं। बैक्टीरिया का नाम आते ही हमारे दिमाग में टीबी, टायफॉइड और हैज़ा जैसी खतरनाक बीमारियां कौंध जाती हैं। किंतु जिस प्रकार सभी सांप विषैले नहीं होते, उसी प्रकार सभी बैक्टीरिया हानिकारक नहीं होते। बैक्टीरिया का जीवनकाल बहुत कम होता है, किंतु इनका प्रजनन बहुत तेज़ी से होने के कारण हर पल हज़ारों की संख्या में मरने वाले बैक्टीरिया का स्थान लेने के लिए हज़ारों नए बैक्टीरिया हर पल बनते रहते हैं।

बैक्टीरिया न होते तो संसार में जीवन संभव न हो पाता। इसका कारण यह है कि पूरे संसार में प्रतिदिन मरने वाले लाखों जीवधारियों (पौधों और जंतुओं) के शरीरों का विघटन बैक्टीरिया ही करते हैं और इन शरीरों को सरल पदार्थों में बदल देते हैं। इस तरह से बनी गैसों तो वातावरण में चली जाती हैं और ठोस व तरल पदार्थ मिट्टी में मिल कर उसकी उर्वरा शक्ति को बढ़ाते हैं। यह सोचा जा सकता है कि ये विघटनकारी बैक्टीरिया न होते तो मृत जीवधारियों के शरीरों से पृथ्वी कभी की पट गई होती और इस पर और अधिक जीवन संभव नहीं हो पाता।

इसके अलावा भी बैक्टीरिया परोपकार के बहुत सारे अन्य काम करते हैं। फलीदार पौधों की जड़ों पर गठानों में रहने वाले बैक्टीरिया हवा से नाइट्रोजन लेकर उसे मिट्टी में पहुंचाते हैं और इस प्रकार मिट्टी के उपजाऊपन को बढ़ाते हैं।

पौधों की कोशिकाओं में पाए जाने वाले सेल्युलोज़ नामक पदार्थ का पाचन जंतु अपने बूते पर नहीं कर पाते हैं। फिर शाकाहारी जंतु पौधों को खाकर ज़िन्दा कैसे रह पाते हैं? इसके लिए अलग-अलग जंतु अलग-अलग प्रकार के बैक्टीरिया की मदद लेते हैं। दीमकों की आंत में पाए जाने वाले बैक्टीरिया सेल्युलोज़ का पाचन करते हैं। यदि इन बैक्टीरिया को मार दिया जाए तो दीमक भूखे मर जाएंगे क्योंकि उनका

तो भोजन ही सेल्युलोज़ होता है। इसी प्रकार, जुगाली करने वाले जंतुओं के आमाशय में पाए जाने वाले भिन्न प्रकार के बैक्टीरिया भी सेल्युलोज़ का पाचन करते हैं। दूध को दही में बदलने वाले बैक्टीरिया ही होते हैं। बैक्टीरिया से विभिन्न प्रकार की प्रतिजैविक (एन्टीबायोटिक) दवाइयां बनाई जाती हैं जिनकी बदौलत प्रति दिन लाखों मरीजों का इलाज हो पाता है।

मनुष्य का शरीर अरबों बैक्टीरिया का घर होता है। आम तौर पर इनसे कोई रोग पैदा नहीं होता, बशर्ते कि हानिकारक बैक्टीरिया बड़ी संख्या में शरीर में न आ जाएं। मनुष्य के शरीर के भीतर और सतह पर कुल मिला कर लगभग दस खरब अच्छे बैक्टीरिया रहते हैं। इनमें से कुछ आंत में पाए जाते हैं और शरीर के लिए आवश्यक विटामिनों का निर्माण करते हैं। कुछ बैक्टीरिया भोजन के पाचन में मदद करते हैं तो कुछ अन्य, हानिकारक बैक्टीरिया से शरीर का बचाव करते हैं।

पिछले दिनों 80 संस्थानों से जुड़े वैज्ञानिकों ने पांच साल तक मनुष्य के शरीर पर पाए जाने वाले बैक्टीरिया का अध्ययन किया। लगभग 250 स्वस्थ व्यक्तियों के शरीरों से प्राप्त बैक्टीरिया के डीएनए का अध्ययन किया गया। वैज्ञानिकों को यह देख कर बड़ा आश्चर्य हुआ कि हर व्यक्ति के शरीर पर लगभग एक हज़ार विभिन्न किस्म के बैक्टीरिया मौजूद थे। मज़ेदार बात यह थी कि हर व्यक्ति का बैक्टीरिया का समूह अन्य किसी भी व्यक्ति से भिन्न था। हर व्यक्ति के बैक्टीरिया समूह में रोगजनक बैक्टीरिया भी थे, किंतु ये उस व्यक्ति को बीमार किए बिना अन्य बैक्टीरिया के साथ आराम से रह रहे थे।

बैक्टीरिया इतने सूक्ष्म होते हैं कि इन्हें सूक्ष्मदर्शी के बिना देखना संभव नहीं होता। हॉलैन्ड निवासी ल्यूवेनहूक नामक व्यक्ति ने सबसे पहले सत्रहवीं शताब्दी में सूक्ष्मदर्शी बना कर बैक्टीरिया तथा अन्य सूक्ष्म जीवों का अध्ययन

1 माइक्रोमीटर



किया था। बैक्टीरिया की शरीर रचना की सबसे बड़ी विशेषता यह है कि इनमें कोई सुस्पष्ट केन्द्रक नहीं होता।

इसलिए इन्हें प्रोकेरियोट (प्रारंभिक अवस्था के केन्द्रक वाले) समूह में रखा गया है। अन्य जीवधारियों का डीएनए गुणसूत्रों के रूप में एक सुगठित केन्द्रक में पाया जाता है। इन्हें यूकेरियोट कहते हैं। बैक्टीरिया में सुस्पष्ट केन्द्रक न होने के कारण इनका डीएनए कोशिका द्रव्य में बिखरा रहता है। इनके शरीर एक झिल्ली से ढंके होते हैं जिसमें से ये अपने पर्यावरण से पोषक पदार्थ इस झिल्ली से अवशोषण के द्वारा ग्रहण करते हैं।

प्रचलित मान्यता के अनुसार पृथ्वी पर जीवन के विकास के समय बने जीवधारी बहुत सरल शरीर रचना वाले, केवल जीवद्रव्य की बूंदों के समान थे। इनसे बैक्टीरिया और यूकेरियोट जीवधारियों का विकास हुआ। किंतु पिछले दिनों बैक्टीरिया पर हुए शोध कार्यों के फलस्वरूप ऐसे तथ्य सामने आए हैं जिनके कारण वैज्ञानिकों को जीवन के प्रारंभिक स्वरूप के बारे में दोबारा सोचने को मजबूर होना पड़ा है।

## कोशिका कंकाल

बहुकोशिकीय जीवधारियों की कोशिकाओं में कड़े तत्त्वों से बना एक ढांचा या कंकाल होता है जो न केवल कोशिका की आकृति बनाए रखने में सहायक होता है, अपितु कोशिका के भीतर पदार्थों के परिवहन में भी सहायक होता है।

प्रचलित मान्यता यह थी कि बैक्टीरिया जैसे सरल

जीवों को कोशिका कंकाल जैसी किसी

परिष्कृत संरचना की आवश्यकता

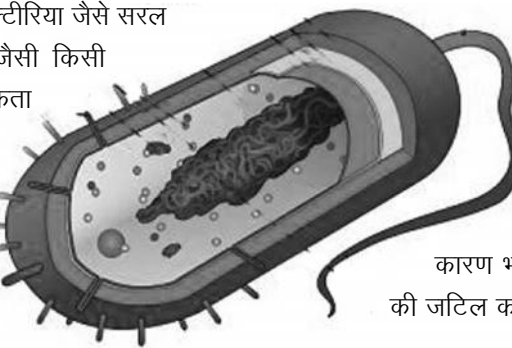
नहीं होती। किंतु अब पता चला

है कि कई बैक्टीरिया में वे प्रोटीन

पाए जाते हैं जो बहुकोशिकीय

जीवधारियों की कोशिकाओं में

कंकाल का निर्माण करते हैं।



कम से कम कुछ बैक्टीरिया में ये प्रोटीन कोशिका की आकृति बनाए रखने में सहायक होते हैं। उदाहरण के लिए, ई. कोलाई नामक बैक्टीरिया की छड़नुमा आकृति इन प्रोटीन्स के कारण ही होती है। कुछ बैक्टीरिया में तैरने के लिए लंबा तंतु होता है। इस तंतु का आधार कोशिका कंकाल में होता है।

कुछ बैक्टीरिया में चुम्बकत्व होता है। कोशिका कंकाल के प्रोटीन कोशिका द्रव्य के भीतर स्थित चुम्बकीय कणों को इस प्रकार व्यवस्थित करके रखते हैं कि पूरी कोशिका एक चुम्बकीय सुई के समान काम करती है।

## आंतरिक कक्ष

परम्परागत समझ के अनुसार केवल बहुकोशिकीय और एककोशिकीय जीवधारियों की जटिल कोशिकाएं ही आंतरिक कक्षों में बंटी होती हैं। किंतु जिन बैक्टीरिया के जीनोम का अध्ययन किया गया है उनमें ऐसे जीन पाए गए हैं जो सूक्ष्म कक्षों का निर्माण कर सकते हैं। ये सूक्ष्म कक्ष कारखाने के समान वे स्थान होते हैं जहां कोशिका के लिए आवश्यक अभिकारकों को सांद्रित किया जाता है और इस प्रकार कोशिका के भीतर होने वाली अभिक्रियाओं को अधिक गतिमान बनाया जाता है। अन्य बैक्टीरिया में कारखाने के स्थान पर पोषक पदार्थों के भंडार होते हैं। प्रकाश संश्लेषण करने वाले बैक्टीरिया में गैस के बुलबुले पाए जाते हैं जिनके सहारे वे पानी की सतह पर आसानी से तैर सकते हैं। गंधक को पोषक पदार्थ के रूप में लेने वाले कई बैक्टीरिया में रिक्तिकाएं पाई जाती हैं जिनमें नाइट्रेट्स का भंडारण होता है।

## विशाल आकार

यह तो हम सब जानते हैं कि बैक्टीरिया इतने सूक्ष्म होते हैं कि उन्हें सूक्ष्मदर्शी की सहायता से ही देखा जा सकता है। इसका कारण भी है। बहुकोशिकीय जीवधारियों की जटिल कोशिकाओं में अणुओं के परिवहन

के लिए एक परिष्कृत तंत्र बना होता है। दूसरी ओर, बैक्टीरिया अपना पोषण सतह की झिल्ली से अवशोषण के माध्यम से ही लेते हैं। यह अवशोषण परासरण के ज़रिए होता है और परासरण से चीज़ों को एक सीमित दूरी तक ही पहुंचाया जा सकता है। इसलिए बैक्टीरिया के शरीर का आकार बड़ा होना संभव ही नहीं होता। फिर भी, पिछले वर्षों में कुछ ऐसे बैक्टीरिया पाए गए हैं जिन्हें अन्य बैक्टीरिया की तुलना में दैत्याकार ही कहा जा सकता है।

1985 में एक समुद्री मछली की आंत में *एपुलोपिसियम फिशेलसोनी* नामक बैक्टीरियम पाया गया जिसकी लम्बाई 0.7 मि.मी. है। इसके इस विशाल आकार के कारण बैक्टीरियम के रूप में इसकी पहचान करने में सात वर्ष लग गए। इस विशाल बैक्टीरियम ने अपने शरीर के भीतर पदार्थों के परिवहन की समस्या का अनोखा हल निकाला है। इसका डीएनए एक स्थान पर न हो कर डीएनए की सैकड़ों प्रतियां कोशिका में बिखरी रहती हैं। इसके फलस्वरूप प्रोटीन्स का निर्माण शरीर में कई स्थानों पर होता है और उनके एक स्थान से दूसरे स्थान तक परिवहन की आवश्यकता नहीं पड़ती।

1997 में इस बैक्टीरिया का विशालतम बैक्टीरियम होने का ताज़ा छिन गया। आफ्रीका के समुद्री तट पर समुद्र की तलहटी में एक ऐसा बैक्टीरियम पाया गया जिसका व्यास 0.75 मि.मी. होता है। *थायोमार्गेरिटा नेम्बिएन्सिस* नामक इस बैक्टीरियम का भोजन हाइड्रोजन सल्फाइड गैस है जिसका ऑक्सीकरण यह नाइट्रेट्स की सहायता से करता है। चूंकि समुद्र के तल में नाइट्रेट्स की आपूर्ति सुनिश्चित नहीं होती, यह बैक्टीरियम एक बड़ी रिक्तिका में तीन माह तक के नाइट्रेट्स का भंडारण करके रख लेता है।

सन 2002 में मेक्सिको में एक लगभग ऐसा ही बैक्टीरियम पाया गया जिसका व्यास 0.5 मि.मी. होता है और जिसका भोजन भी हाइड्रोजन सल्फाइड से प्राप्त गंधक होता है। इन तीनों बैक्टीरिया को सूक्ष्मदर्शी के बिना देखा जा सकता है।

## शिकारियों के झुंड

समूहों में रहने वाले बैक्टीरिया सामूहिक क्रिया के

माध्यम से प्रकाश पैदा कर सकते हैं, झुंड में शिकार कर सकते हैं या संकट के समय अपने बचाव के लिए विद्युत ग्रिड का निर्माण कर सकते हैं। बैक्टीरिया रसायनों के माध्यम से एक-दूसरे से सम्पर्क कर सकते हैं। इससे उन्हें पता चल जाता है कि किसी सामूहिक क्रिया के लिए उनकी संख्या पर्याप्त है या नहीं। प्रकाश पैदा करने वाले समुद्री बैक्टीरिया गहरे पानी में रहने वाली मछलियों के शरीर पर रहते हैं। अंधेरे में राह ढूंढने के लिए मछली को प्रकाश की आवश्यकता होती है। किंतु उसके शरीर पर रहने वाले बैक्टीरिया पर्याप्त संख्या होने पर ही प्रकाश पैदा करते हैं। कुछ बैक्टीरिया, जो अन्य बैक्टीरिया को अपना शिकार बनाते हैं, बड़े झुंडों में रहते हैं। वे सामूहिक रूप से शिकार के ऊपर तैरते हुए उस पर ऐसे एन्ज़ाइम छोड़ते हैं जिससे शिकार गल जाता है।

## एककोशिकीय?

हम यह मान कर चलते हैं कि बैक्टीरिया के समान सरल शरीर रचना वाले और सूक्ष्म जीवों को एककोशिकीय होना ही चाहिए। किंतु यहां भी कुछ चौंकाने वाली जानकारियां सामने आई हैं। पोषक पदार्थों की कमी हो जाने पर कुछ बैक्टीरिया एक-दूसरे से जुड़ जाते हैं और ऐसी रचनाएं बनाते हैं जिनमें बीजाणुओं का निर्माण होता है। झुंड का रूप धारण कर लेने के कारण यह संभावना बढ़ जाती है कि ये बीजाणु मूल स्थान से अधिक दूरी पर जा गिरेंगे और इस प्रकार उनसे बनने वाली नई पीढ़ी के जीवित रहने की संभावना बढ़ जाएगी।

कुछ अन्य बैक्टीरिया में बीजाणु बनाने का अधिक परिष्कृत रूप दिखाई पड़ता है। इनमें बीजाणु बनाने वाली रचनाओं में कुछ कोशिकाएं आधार का निर्माण करती हैं तो अन्य वास्तव में बीजाणु बनाती हैं। कुछ वैज्ञानिक इसे वास्तविक बहुकोशिकीयता के बजाय केवल बहुकोशिका-नुमा व्यवहार मानते हैं क्योंकि वास्तविक वृद्धि तभी होती है जब कोशिकाएं अलग-अलग होती हैं। इसके विपरीत, पर्यावरण में नाइट्रोजन की कमी हो जाने पर कुछ बैक्टीरिया की आबादी में से लगभग दस फीसदी बैक्टीरिया हवा से नाइट्रोजन लेकर

उसे नाइट्रोजन में बदलने का काम करने लगते हैं और पोषण के लिए आबादी के अन्य सदस्यों पर पूरी तरह निर्भर हो जाते हैं क्योंकि वे नाइट्रोजन से नाइट्रेट्स बनाने के अलावा अन्य कोई कार्य नहीं कर सकते।

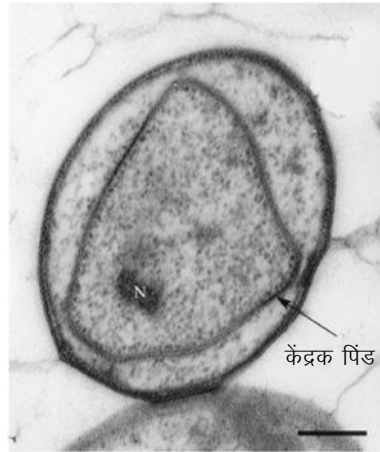
पहले यह सोचा गया था कि इस प्रकार के उदाहरण केवल अपवाद हैं। किंतु अब यह स्पष्ट होने लगा है कि इस प्रकार के उदाहरण बैक्टीरिया की दुनिया में काफी प्रचलित हैं। बहुत सारे बैक्टीरिया इकट्ठा होकर एक झिल्लीनुमा रचना का निर्माण कर लेते हैं। ये झिल्लियां कोशिकाओं का महज़ एक समूह न होकर व्यवस्थित रूप से बनी हुए संरचनाएं होती हैं। इनकी कोशिकाओं में कार्य विभाजन के कुछ प्रमाण भी पाए गए हैं।

सबसे बड़ा आश्चर्य तो यह तथ्य था कि बैक्टीरिया की कोशिकाएं आत्महत्या भी करती हैं। बहुकोशिकीय जंतुओं में कोशिकाओं द्वारा आत्महत्या किया जाना आम बात है। उदाहरण के लिए भ्रूणावस्था में मनुष्य की हाथों की उंगलियां एक-दूसरे से त्वचा के द्वारा चिपकी रहती है। जब इस त्वचा की कोशिकाएं आत्महत्या करती हैं तब उंगलियां अलग-अलग हो पाती हैं।

इसी प्रकार, वायरस से संक्रमित कोशिकाएं आत्महत्या कर लेती हैं ताकि संक्रमण दूसरी कोशिकाओं में न फैले। कुछ इसी प्रकार की आत्महत्या की प्रक्रिया बैक्टीरिया में भी पाई गई है। इसका उद्देश्य भी वही होता है। झिल्लियों या बीजाणु बनाने वाली संरचनाओं का निर्माण करना या वायरस के संक्रमण को रोक देना। दूसरे शब्दों में, कुछ बैक्टीरिया आम हित के लिए स्वयं का बलिदान कर देते हैं।

### केंद्रकधारी बैक्टीरिया

1991 में ऑस्ट्रेलिया के क्वीन्सलैंड विश्वविद्यालय के वैज्ञानिकों ने एक ऐसा अवलोकन



किया जो बैक्टीरिया के बारे में अब तक की मान्यताओं के एकदम विपरीत था। *गेमाटा ऑक्सक्यूरिग्लोबस* नामक बैक्टीरियम में ऐसा केन्द्रक पाया गया जो दोहरी झिल्ली से ढंका हुआ था जैसा कि बहुकोशिकीय जीवधारियों में होता है। यही नहीं, यह भी देखा गया कि यह बैक्टीरियम अपने भोजन को उसी प्रकार निगलता है जैसे अमीबा या अन्य एककोशिकीय जीवधारी निगलते हैं। भोजन लेने की इस विधि को एन्डोसायटोसिस कहते हैं।

झिल्ली से ढंका केन्द्रक होना एक संयोग हो सकता है, किंतु इसके साथ ही भोजन को निगलने वाला लक्षण भी पाया जाना इस ओर संकेत करता है कि यह महज़ एक संयोग न होकर कुछ अधिक गहरी बात है। *गेमाटा ऑक्सक्यूरिग्लोबस* जिस समूह का सदस्य है उसके अन्य सदस्यों में यूकेरियोट जीवधारियों के समान वे प्रोटीन पाए जाते हैं जिनसे एन्डोसायटोसिस की प्रक्रिया का नियंत्रण होता है। इससे यह सवाल उठता है कि क्या समानांतर विकास के कारण ऐसा हुआ है या जटिल कोशिका वाले जीवधारियों और बैक्टीरिया के पूर्वज एन्डोसायटोसिस से भोजन लेने वाले एक ही समूह के सदस्य थे?

यदि पूर्वज वास्तव में एक ही समूह के थे तो इससे विकास की पूरी अवधारणा पर गहरा असर पड़ेगा। अभी

मान्यता यह है कि आदिम जीवधारी बहुत सरल शरीर रचना वाले थे और उनसे प्रोकेरियोट बैक्टीरिया तथा यूकेरियोट जीवधारियों का विकास हुआ। किंतु ताज़ा शोध कार्यों के फलस्वरूप यह सिद्धांत एकदम उलट जाएगा। यदि पूर्वजों में एन्डोसायटोसिस की प्रक्रिया होती थी तो यह भी संभव है कि उनका केन्द्रक झिल्ली से ढंका रहा हो। इससे यह मत बनेगा कि आदिम जीवधारी वास्तव में कहीं अधिक जटिल जीवधारी थे और आधुनिक बैक्टीरिया उनके सरलीकृत रूप हैं। (स्रोत फीचर्स)