अध्याय **10**

मानव कल्याण में सूक्ष्म जीव
(Microbes in Human Welfare)

NCERT पाठ्यपुस्तक के अभ्यास के अन्तर्गत दिए गए प्रश्न एवं उनके उत्तर

प्रश्न 1. जीवाणुओं को नग्न नेत्रों द्वारा नहीं देखा जा सकता, परन्तु सूक्ष्मदर्शी की सहायता से देखा जा सकता है। यदि आपको अपने घर से अपनी जीव विज्ञान प्रयोगशाला तक एक नमूना ले जाना हो और सूक्ष्मदर्शी की सहायता से इस नमूने से सूक्ष्मजीवों की उपस्थिति को प्रदर्शित करना हो तो किस प्रकार का नमूना आप अपने साथ ले जाएँगे और क्यों?

उत्तर : *लैक्टोबैसीलस* सूक्ष्मजीवी जीवाणु दूध में वृद्धि करते हैं और इसे किण्वन द्वारा दही में परिवर्तित कर देते हैं। इसमें **यीस्ट** कोशिकाओं को भी आसानी से देखा जा सकता है। अतः सूक्ष्मजीव की उपस्थिति को प्रदर्शित करने के लिए प्रयोगशाला में दही का नमूना ले जाएँगे, क्योंकि इसे ले जाना सुरक्षित, सुगम तथा अहानिकारक है। यह लगभग सभी घरों में उपलब्ध होता है।

प्रश्न 2. उपापचय के दौरान सूक्ष्मजीव गैसों का निष्कासन करते हैं; उदाहरण द्वारा सिद्ध कीजिए।

उत्तर : दाल, चावल, मैदा का बना ढीला-ढाला आटा जिसका प्रयोग डोसा, इडली, भटूरे, डबलरोटी जैसे आहार को बनाने में किया जाता है, यीस्ट सैकेरोमाइसिस प्रजाति द्वारा **किण्वित** होता है। इस आटे की फूली उभरी शक्ल CO_2 गैस के उत्पादन के कारण होती है। यीस्ट शर्करा का किण्वन करके ऐल्कोहॉल तथा CO_2 बनाता है। CO_2 आटे को सेंकने पर निकल जाती है, इसी कारण डबलरोटी स्पंजी या सरन्ध्र होती है।

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{किण्वन}} 2C_2H_5OH + 2CO_2 \uparrow + 21\text{kcal}$$

इसी प्रकार **'स्विस चीज'** में पाए जाने वाले बड़े-बड़े छिद्र बैक्टीरिया *प्रोपिओनीबैक्टीरियम शारमैनाई (Propionibacterium sharmanii)* द्वारा बड़ी मात्रा में उत्पन्न CO_2 के कारण होते हैं। बायोगैस संयन्त्र में मीथेनोजन्स कार्बनिक पदार्थों का अपघटन कर मीथेन, CO_2 व H_2S बनाते हैं।

प्रश्न 3. किस भोजन (आहार) में लैक्टिक एसिड बैक्टीरिया मिलते हैं? इनके कुछ लाभप्रद उपयोगों का वर्णन कीजिए।

उत्तर : लैक्टिक एसिड बैक्टीरिया (Lactic Acid Bacteria–LAB) दूध में वृद्धि करते हैं और उसे दही में परिवर्तित कर देते हैं। वृद्धि के दौरान दूध की शर्करा लैक्टोज से लैक्टिक एसिड बैक्टीरिया लैक्टिक अम्ल उत्पन्न करता है जो दुग्ध की कैसीन प्रोटीन को स्कन्दित (coagulate) कर देता है तथा आंशिक रूप में पचा देता है। यह जीवाणु दही में **विटामिन बी$_{12}$** की मात्रा बढ़ा देता है जिससे पोषण सम्बन्धी गुणवत्ता में सुधार आ जाता है। हमारे उदर में भी सूक्ष्मजीवियों द्वारा उत्पन्न होने वाले रोगों को रोकने में लैक्टिक एसिड बैक्टीरिया लाभदायक भूमिका का निर्वाह करते हैं।

प्रश्न 4. कुछ पारम्परिक भारतीय आहार जो गेहूँ, चावल तथा चना (अथवा उनके उत्पाद) से बनते हैं और उनमें सूक्ष्मजीवों का प्रयोग शामिल हो, उनके नाम बताएँ।

उत्तर : सूक्ष्मजीवी किण्वन से निम्न खाद्य उत्पाद बनाते हैं—

- चावल (व दाल) के मिश्रण से बनने वाले उत्पाद—डोसा, इडली, उत्पपम।
- गेहूँ अथवा मैदा से बनने वाले उत्पाद—भटूरा, तन्दूरी रोटी, नान, कुल्चे, जलेबी।
- चने से बनने वाले उत्पाद—ढोकला, खमण।

प्रश्न 5. हानिप्रद जीवाणु द्वारा उत्पन्न करने वाले रोगों के नियन्त्रण में किस प्रकार सूक्ष्मजीव महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं?

उत्तर : प्रतिजैविक (antibiotic) सूक्ष्मजीवधारियों (microbes) के उपापचयी व्युत्पन्न होते हैं। ये किसी अन्य सूक्ष्म जीवधारी जैसे जीवाणु के लिए हानिकारक अथवा निरोधी होते हैं। प्रतिजैविक, प्रतियोगिता निरोध द्वारा रोगों को ठीक करते हैं। अधिकतर प्रतिजैविक बैक्टीरिया या कवकों से ही प्राप्त होते हैं।

सूक्ष्मजीवों का प्रयोग जैव प्रौद्योगिकी में करके भी अनेक प्रकार के रोगाणुरोधी पदार्थ जैसे इन्टरफेरॉन बनाए जाते हैं।

प्रश्न 6. किन्हीं दो कवक प्रजातियों के नाम लिखिए जिनका प्रयोग प्रतिजैविकों (एण्टीबायोटिक्स) के उत्पादन में किया जाता है।

उत्तर : **पेनिसिलिन,** *पेनिसिलियम नोटेटम (Penicillium notatum)* तथा (*P. chrysogenum*) से तथा **ग्रीसियोफल्विन** *पेनिसीलियम ग्रीसियोफल्विम (Penicillium griseofulvum)* से प्राप्त होती है।

प्रश्न 7. वाहित मल से आप क्या समझते हैं? वाहित मल हमारे लिए किस प्रकार से हानिप्रद है?

उत्तर : "नगरों में प्रयोग के बाद का अपशिष्ट जल अर्थात् म्यूनिसिपल अपशिष्ट जिसमें मानव मलमूत्र प्रमुख अपशिष्ट होते हैं **वाहित मल** (sewage) कहलाता है।" वाहित मल में कार्बनिक पदार्थ, जैव प्रदूषक तथा सूक्ष्म जीव अधिक संख्या में होते हैं जो अधिकांशत: रोगजनक होते हैं। इसमें ऑक्सीजन की कमी होने के कारण कार्बनिक पदार्थों का विघटन भी नहीं हो पाता, इसके फलस्वरूप वाहित मल पर्यावरण (जलीय स्रोतों) को प्रदूषित करते रहते हैं। टाइफॉइड, हैजा, पेचिश, पीलिया जैसे जलजनित रोग वाहित मल प्रदूषण से फैलते हैं। वाहित मल के जलाशयों, नदियों में छोड़े जाने से उनका सुपोषण (Eutrophication) होता है। इसमें BOD बढ़ती है घुलित ऑ ीजन (DO) कम होती है व जलीय जीवों को नुकसान होता है।

प्रश्न 8. प्राथमिक तथा द्वितीयक वाहित मल उपचार के बीच पाए जाने वाले मुख्य अन्तर कौन-से हैं?

उत्तर :

वाहित मल के प्राथमिक व द्वितीयक उपचार में अन्तर

क्र० सं०	लक्षण	प्राथमिक उपचार	द्वितीयक उपचार
1.	प्रक्रम प्रकार	भौतिक (physical) व यान्त्रिक (mechanical)	जैविक-जैव-अपघटन (Biodegradation)
2.	हटाए जाने वाले पदार्थ	तैरने वाली हल्की अशुद्धियाँ, रेत-मिट्टी, कंकड़, अघुलित ठोस	कार्बनिक पदार्थ
3.	बीओडी (उपचार के बाद)	अधिक (यथावत्)	कम हो जाती है

प्रश्न 9. सूक्ष्मजीवों का प्रयोग ऊर्जा के स्रोतों के रूप में भी किया जा सकता है। यदि हाँ, तो किस प्रकार से? इस पर विचार कीजिए।

उत्तर : सूक्ष्मजीवों का प्रयोग ऊर्जा के स्रोतों जैसे **बायोगैस** (biogas) के रूप में किया जा सकता है। कुछ बैक्टीरिया सेलुलोसयुक्त पदार्थों पर अवायवीय रूप से वृद्धि करते हैं। ये CO_2 तथा H_2 के साथ-साथ बड़ी मात्रा में **मेथेन** (CH_4) भी उत्पन्न करते हैं। सामूहिक रूप से इन जीवाणुओं को **मेथेनोजन** (methanogens) कहते हैं। इनमें सामान्य जीवाणु ***मेथेनोबैक्टीरियम (Methanobacterium)*** है। गोबर में पादपों के **सेलुलोसयुक्त व्युत्पन्न** प्रचुर मात्रा में होते हैं। अत: इनका प्रयोग **बायोगैस** उत्पादन में किया जाता है जिसे सामान्यत: **'गोबर गैस'** भी कहते हैं। यीस्ट द्वारा उत्पादित औद्योगिक ऐल्कोहॉल का प्रयोग भी ईंधन के रूप में पेट्रोल व डीजल के साथ किया जाता है।

एकल कोशिका प्रोटीन SCP का उत्पादन भी रासायनिक ऊर्जा का प्रकार है।

प्रश्न 10. सूक्ष्मजीवों का प्रयोग रसायन उर्वरकों तथा पीड़कनाशियों के प्रयोग को कम करने के लिए भी किया जा सकता है। यह किस प्रकार सम्पन्न होगा? व्याख्या कीजिए।

उत्तर : **जैव नियन्त्रण** (Bio Control)—पादप रोगों तथा पीड़कों (pests) के नियन्त्रण के लिए **जैविक विधि** (biological methods) का प्रयोग ही **जैव नियन्त्रण** (bio control) है।

पीड़क तथा रोगों का जैव नियन्त्रण (Biological Control of Pests and Diseases)—जैव नियन्त्रण विधि से विषाक्त रसायन तथा पीड़कनाशियों पर हमारी निर्भरता को काफी हद तक कम किया जा सकता है। जीवाणु *बेसीलस थ्यूरिनजिएन्सिस (Bacillus thuringiensis)* के स्पोर्स बाजार में पैकिटों के रूप में उपलब्ध हैं। इन्हें पानी मिलाकर पौधों पर छिड़का जाता है, जिनके खाने से कीटों के लार्वा मर जाते हैं। वयस्क कीट पर इसका कोई प्रभाव नहीं होता। इस जीवाणु की जीन द्वारा आनुवंशिक अभियान्त्रिकी के प्रयोग से कीटरोधी Bt फसलें भी बनायी गयी हैं। ड्रेगनफ्लाई का उपयोग मच्छरों के नियन्त्रण में, लेडी बर्ड का एफिड्स के नियन्त्रण में होता है।

जैव वैज्ञानिक नियन्त्रण के तहत कवक *ट्राइकोडर्मा (Trichoderma)* का उपयोग पादप रोगों के नियन्त्रण में किया जाता है। यह बहुत-से पादप रोगजनकों का प्रभावशील जैव नियन्त्रण कारक है।

बैक्यूलोवायरस (Baculoviruses) ऐसे रोगजनक हैं जो कीटों तथा सन्धिपादों (आर्थ्रोपोड्स) पर हमला करते हैं। अधिकांश बैक्यूलोवायरसिस जो जैव वैज्ञानिक नियन्त्रण कारकों की तरह प्रयोग किए जाते हैं, वे न्यूक्लियोपॉलिहेड्रोवायरस (nucleopolyhedrovirus) प्रजाति के अन्तर्गत आते हैं। यह विषाणु प्रजाति-विशेष; सँकरे स्पेक्ट्रम कीटनाशीय उपचारों के लिए अति उत्तम मानी जाती है।

जैव उर्वरक के रूप में सूक्ष्मजीव (Microbes as biofertilizers)—जैव उर्वरकों का मुख्य स्रोत जीवाणु, कवक तथा सायनोबैक्टीरिया होते हैं। लेग्यूमिनस पादपों की जड़ों पर स्थित ग्रंथियों का निर्माण ***राइजोबियम*** (*Rhizobium*) जीवाणु के सहजीवी सम्बन्ध द्वारा होता है। ये जीवाणु वायुमण्डलीय नाइट्रोजन को स्थिरीकृत करते हैं। मृदा में मुक्तावस्था में रहने वाले अन्य जीवाणु जैसे *एजोस्पाइरिलम (Azospirillum) तथा एजोटोबैक्टर (Azotobacter)* भी वायुमण्डलीय नाइट्रोजन को स्थिर कर मृदा में नाइट्रोजन अवयव की मात्रा को बढ़ाते हैं।

कवक अनेक पादपों के साथ सहजीवी सम्बन्ध स्थापित करते हैं। इस सम्बन्ध को **माइकोराइजा** (Mycorrhiza) कहते हैं। *ग्लोमस (Glomus)* जीनस के बहुत-से कवक सदस्य **माइकोराइजा** बनाते हैं। इस सम्बन्ध में कवकीय सहजीवी मृदा से जल एवं पोषक तत्त्वों का विशेषत: फॉस्फोरस का अवशोषण कर पादपों को प्रदान करते हैं और पादपों से भोजन प्राप्त करते हैं।

सायनोबैक्टीरिया (Cyanobacteria) स्वपोषित सूक्ष्मजीव हैं जो जलीय तथा स्थलीय वायुमण्डल में विस्तृत रूप से पाए जाते हैं। इनमें से अधिकांश वायुमण्डलीय नाइट्रोजन को नाइट्रोजन यौगिकों के रूप में स्थिर करके मृदा की उर्वरता को बढ़ाते हैं; जैसे—*एनाबीना (Anabaena), नॉस्टॉक (Nostoc)* आदि। धान के खेत में सायनोबैक्टीरिया महत्त्वपूर्ण जैव उर्वरक की भूमिका निभाते हैं।

प्रश्न 11. जल के तीन नमूने लीजिए। एक-नदी का जल, दूसरा अनुपचारित वाहित मल जल तथा तीसरा वाहित मल उपचार संयन्त्र से निकला द्वितीयक बहि:स्राव; इन तीनों नमूनों पर 'अ', 'ब', 'स' के लेबल लगाओ। इस बारे में प्रयोगशाला कर्मचारी को पता नहीं है कि कौन-सा क्या है? इन तीनों नमूनों 'अ', 'ब', 'स' का बी०ओ०डी० (B.O.D.) रिकॉर्ड किया गया जो क्रमश: 20 मिग्रा/ लीटर, 8 मिग्रा/ लीटर तथा 400 मिग्रा/ लीटर निकला। इन नमूनों में कौन-सा सबसे अधिक प्रदूषित नमूना है? इस तथ्य को सामने रखते हुए कि नदी का जल अपेक्षाकृत अधिक स्वच्छ है। क्या आप सही लेबल का प्रयोग कर सकते हैं?

उत्तर : बी०ओ०डी० (बायोकेमिकल ऑक्सीजन डिमाण्ड) जीवाणुओं द्वारा अपघटन के लिए ऑक्सीजन की आवश्यक मात्रा होती है। बी०ओ०डी० ऑक्सीजन की उस मात्रा को सन्दर्भित करता है जो जीवाणु द्वारा एक लीटर पानी में उपस्थित कार्बनिक पदार्थों की खपत कर उन्हें ऑक्सीकृत कर दे। स्वच्छ जल में यह अत्यन्त कम होती है, परन्तु अधिक बी०ओ०डी० प्रदूषित जल का संकेत है।

- सेम्पल 'अ' का BOD 20 मिग्रा/लीटर है वह वाहित मल उपचार संयन्त्र से निकला द्वितीयक बहि:स्राव है। इसकी BOD नि:सन्देह अनुपचारित सीवेज से कम होगी (अधिक BOD अधिक प्रदूषित जल की परिचायक है)।
- सेम्पल 'ब' की BOD 8 मिग्रा/लीटर है। यह नदी का जल होगा। नदी के जल में वायु के सम्पर्क में आकर स्वत: स्वच्छ हो जाने की प्रवृत्ति होती है। यह सीवेज के उपचारित जल से स्वच्छ होगा।
- सेम्पल 'स' की 400 मिग्रा/लीटर है, स्पष्टत: अनुपचारित वाहित मल है तथा सबसे अधिक प्रदूषित है।

प्रश्न 12. उस सूक्ष्मजीवी का नाम बताओ जिससे साइक्लोस्पोरिन-ए (प्रतिरक्षा निषेधात्मक औषधि) तथा स्टैटिन (रुधिर कोलेस्ट्रॉल लघुकरण कारक) को प्राप्त किया जाता है।

उत्तर : साइक्लोस्पोरिन-ए (Cyclosporin-A) एक जैव सक्रिय अणु है। इसका प्रयोग अंग प्रत्यारोपण में **प्रतिरक्षा निरोधक** के रूप में रोगियों में किया जाता है। इसका उत्पादन *ट्राइकोडर्मा पॉलिस्पोरम (Trichoderma polysporum)* नामक कवक से किया जाता है।

मोनास्कस परप्यूरिअस (Monascus purpureus) नामक यीस्ट से उत्पन्न **स्टैटिन** (statins) का प्रयोग रुधिर कोलेस्ट्रॉल को कम करने वाले कारक के रूप में किया जाता है।

प्रश्न 13. निम्नलिखित में सूक्ष्मजीवियों की भूमिका का पता लगाइए तथा अपने अध्यापक से इनके विषय में विचार-विमर्श कीजिए—

(क) एकल कोशिका प्रोटीन (एस०सी०पी०), (ख) मृदा।

उत्तर : (क) एकल कोशिका प्रोटीन (Single Cell Protein—SCP)—एकल कोशिका प्रोटीन, ऐसे खाद्य सम्पूरक हैं जो प्रोटीन, खनिज, विटामिन आदि से समृद्ध होते हैं—

निम्न सूक्ष्मजीवों से एकल कोशिका प्रोटीन प्राप्त किए जाते हैं—

- *स्पाइरुलिना (Spirulina)*
- *क्लोरेला (Chlorella)*
- *फ्यूजेरियम (Fusarium), कुआर्न (Quorn)*
- *मिथाइलोफिलस मिथाइलोट्रोफस (Methylophilus methylotrophus)*

(ख) मृदा (Soil)—**अपघटक** (Decomposers)—अनेक प्रकार के जीवाणु व कवक अपघटक के रूप में कार्य कर मृदा के जटिल कार्बनिक पदार्थों को सरल अकार्बनिक पदार्थों में बदल देते हैं।

अत: यह पदार्थों के चक्रीकरण (recycling) में मदद करते हैं।

नाइट्रीफाइंग जीवाणु (Nitrifying bacteria)—*नाइट्रोसोमोनास* व *नाइट्रोबैक्टर* भूमि की अमोनिया को पहले नाइट्राइट व फिर नाइट्रेट में बदल पौधों को उपलब्ध कराते हैं।

नाइट्रोजन स्थिरीकारक जीवाणु (Nitrogen fixing bacteria)—सहजीवी जीवाणु *राइजोबियम,* मुक्तजीवी जीवाणु *एजोस्पाइरिलम, एजोटोबैक्टर,* सायनोबैक्टीरिया वायुमण्डल की मुक्त नाइट्रोजन को नाइट्रोजन यौगिकों में बदल पौधों को उपलब्ध कराते हैं।

माइकोराइजा (Mycorrhiza)—कवकों व उच्च पादपों की जड़ों के बीच का सहजीवी सम्बन्ध पौधों का पोषण करने के साथ, रोगाणुओं से बचाता है।

अनेक रोगजनक, सूक्ष्मजीव भी मृदा में पाए जाते हैं तथा पौधों में रोग उत्पन्न करते हैं।

डिनाइट्रीफाइंग जीवाणु नाइट्रोजन यौगिकों को मुक्त नाइट्रोजन में बदल देते हैं।

प्रश्न 14. निम्नलिखित को घटते क्रम में मानव समाज कल्याण के प्रति उनके महत्त्व के अनुसार संयोजित कीजिए; महत्त्वपूर्ण पदार्थ को पहले रखते हुए कारणों सहित अपना उत्तर लिखिए।

बायोगैस; सिट्रिक एसिड, पेनिसिलिन तथा दही।

उत्तर : मानव समाज कल्याण के लिए बायोगैस, सिट्रिक अम्ल, पेनिसिलिन तथा दही को निम्नलिखित प्रकार महत्त्व के घटते क्रम में संयोजित कर सकते हैं—

(1) पेनिसिलिन (Penicillin)—यह मानव कल्याण के लिए अति महत्त्वपूर्ण **प्रतिजैविक** है। यह कई जानलेवा बीमारियों से हमारी सुरक्षा करती है।

(2) बायोगैस (Biogas)—यह सूची में दूसरे स्थान पर आती है क्योंकि यह **ईंधन का स्रोत** है। इससे ऊर्जा तो मिलती ही है साथ ही गोबर नष्ट नहीं होता, बल्कि उसका उपयोग ह्यूमस (खाद) के रूप में हो जाता है। इससे वायु प्रदूषण भी नहीं होता। इससे फॉसिल्स फ्यूल व लकड़ी पर निर्भरता कम की जा सकती है।

(3) दही (Curd)—यह सूची में तीसरे स्थान पर आती है क्योंकि यह पोषक दुग्ध उत्पाद है। इसमें उपस्थित लैक्टिक अम्ल उदर रोग में सूक्ष्मजीवियों द्वारा होने वाले रोगों से हमारी सुरक्षा करता है।

(4) सिट्रिक एसिड (Citric acid)—यह सूची में अन्त में आता है क्योंकि इसका उपयोग प्रिजरवेटिव के रूप में किया जाता है। यह खाद्य पदार्थों को नष्ट होने से बचाता है।

प्रश्न 15. जैव उर्वरक किस प्रकार से मृदा की उर्वरता को बढ़ाते हैं?

उत्तर : जैव उर्वरकों का मुख्य स्रोत **जीवाणु, कवक** तथा **सायनोबैक्टीरिया** होते हैं। **लेग्यूमिनस** पादपों की जड़ों पर स्थित ग्रंथियों का निर्माण *राइजोबियम* के सहजीवी सम्बन्ध द्वारा होता है। ये जीवाणु वायुमण्डलीय नाइट्रोजन को स्थिरीकृत करते हैं। मृदा में मुक्तावस्था में रहने वाले अन्य जीवाणु जैसे *एजोस्पाइरिलम* तथा *एजोटोबैक्टर* भी वायुमण्डलीय नाइट्रोजन को स्थिर कर मृदा में नाइट्रोजन अवयव बढ़ाते हैं। कवक पादपों के साथ सहजीवी सम्बन्ध **माइकोराइजा** स्थापित करते हैं। इस संयोजन में कवकीय सहजीवी मृदा से फॉस्फोरस का अवशोषण कर उसे पादप को प्रदान करता है और पादप से अपने लिए भोजन प्राप्त करता है। **सायनोबैक्टीरिया** स्वपोषित सूक्ष्मजीव हैं। ये वायुमण्डलीय नाइट्रोजन को नाइट्रोजन यौगिकों में स्थिर करते हैं; जैसे—*एनाबीना, नॉस्टॉक* आदि। धान के खेत में सायनोबैक्टीरिया महत्त्वपूर्ण जैव उर्वरक की भूमिका निभाते हैं।