# जैव प्रौद्योगिकी एवं उसके उपयोग

इस अध्याय के सभी महत्वपूर्ण प्रश्न – उत्तर सहित। पहले खुद हल करने की कोशिश करो, फिर उत्तर मिलाओ।

## अभ्यास प्रश्न-उत्तर (हर टॉपिक से)

### » कृषि में जैव प्रौद्योगिकी एवं आनुवंशिकतः रूपांतरित जीव (GMO)

**प्रश्न 1 (आसान). GMO का पूरा नाम क्या है?**
उत्तर – Genetically Modified Organism (आनुवंशिकतः रूपांतरित जीव)

**प्रश्न 2 (आसान). विटामिन A से भरपूर जीएम चावल की किस्म का नाम क्या है?**
उत्तर – गोल्डन राइस (Golden Rice)

**प्रश्न 3 (मध्यम). जीएम पौधे किस प्रकार मिट्टी की उर्वरता को लंबे समय तक बनाए रखने में मदद करते हैं?**
उत्तर – जीएम पौधे मिट्टी से खनिजों का उपयोग अधिक कुशलता से करते हैं, जिससे मिट्टी में उर्वरता का शीघ्र समापन रुकता है।

**प्रश्न 4 (कठिन). पारंपरिक पादप प्रजनन की तुलना में आनुवंशिक रूपांतरण (Genetic Modification) कृषि में क्यों अधिक प्रभावी माना जाता है? दो कारण स्पष्ट कीजिए।**
उत्तर – 1. यह वांछित लक्षणों (जैसे सूखा-सहिष्णुता) को सीधे जीन स्थानांतरण से जोड़ता है। 2. यह रासायनिक पीड़कनाशकों पर निर्भरता घटाता है और कटाई के बाद होने वाले नुकसान को कम करता है।

### » बीटी कपास और पीड़क प्रतिरोधी फसलें

**प्रश्न 5 (आसान). बीटी कपास का निर्माण किस जीवाणु के जीन से किया गया है?**
उत्तर – बैसीलस थुरीनजिएंसिस (Bacillus thuringiensis)

**प्रश्न 6 (आसान). तंबाकू के पौधे की जड़ों को संक्रमित करने वाले सूत्राकृमि का नाम क्या है?**
उत्तर – मिल्वाडेगाइन इनकोगनीशिया (Meloidogyne incognita)

**प्रश्न 7 (मध्यम). कपास के मुकुल कृमि और मक्का छेदक को नियंत्रित करने वाले क्राई जीनों के नाम लिखिए।**
उत्तर – कपास मुकुल कृमि को cry1Ac तथा cry2Ab और मक्का छेदक को cry1Ab नियंत्रित करता है।

**प्रश्न 8 (कठिन). RNA अंतरक्षेप (RNAi) की प्रक्रिया द्वारा पौधा सूत्राकृमि के संक्रमण से खुद को कैसे बचाता है?**
उत्तर – RNAi में Agrobacterium संवाहक द्वारा पौधे में पूरक dsRNA का निर्माण किया जाता है, जो सूत्राकृमि के विशिष्ट mRNA को बंधित कर निष्क्रिय (silence) कर देता है। जिससे प्रोटीन संश्लेषण रुक जाता है और सूत्राकृमि जीवित नहीं रह पाता।

### » आरएनए अंतरक्षेप (RNAi) तकनीक

**प्रश्न 9 (आसान). RNAi तकनीक का उपयोग किस पौधे को किस परजीवी से बचाने के लिए किया गया?**
उत्तर – तंबाकू के पौधे को Meloidegyne incognita नामक सूत्राकृमि (nematode) से बचाने के लिए।

**प्रश्न 10 (आसान). RNAi प्रक्रिया में mRNA के साथ कौन जुड़कर उसे निष्क्रिय करता है?**
उत्तर – पूरक द्विसूत्री आरएनए (complementary dsRNA)।

**प्रश्न 11 (मध्यम). Agrobacterium संवाहक का प्रयोग करके पौधे में Sense और Anti-sense RNA दोनों क्यों बनाए जाते हैं?**
उत्तर – क्योंकि ये दोनों एक-दूसरे के पूरक (complementary) होते हैं और आपस में जुड़कर dsRNA बनाते हैं, जो RNAi प्रक्रिया को शुरू करता है।

**प्रश्न 12 (कठिन). RNAi तकनीक में 'Gene Silencing' का आणविक आधार क्या है और यह परजीवी की मृत्यु का कारण कैसे बनता है?**
उत्तर – dsRNA परजीवी के विशिष्ट mRNA से बंधकर उसे निष्क्रिय (silence) कर देता है जिससे ट्रांसलेशन रुक जाता है। आवश्यक प्रोटीन न बनने के कारण परजीवी पोषी में जीवित नहीं रह पाता।

## » आनुवंशिकतः निर्मित मानव इंसुलिन

**प्रश्न 13 (आसान). मानव इंसुलिन की A और B शृंखलाएँ आपस में किस बंध द्वारा जुड़ी होती हैं?**
उत्तर – डाइसल्फाइड बंध (Disulfide bonds)

**प्रश्न 14 (आसान). किस अमेरिकी कंपनी ने सबसे पहले 1983 में आनुवंशिकतः निर्मित मानव इंसुलिन तैयार किया था?**
उत्तर – एली लिली (Eli Lilly)

**प्रश्न 15 (मध्यम). प्रो-इंसुलिन (Pro-insulin) और परिपक्व इंसुलिन में क्या अंतर होता है?**
उत्तर – प्रो-इंसुलिन में अतिरिक्त C-पेप्टाइड होता है, जो परिपक्व इंसुलिन में निकालकर अलग कर दिया जाता है।

**प्रश्न 16 (कठिन). E. coli का उपयोग करके इंसुलिन बनाते समय A और B शृंखलाओं को एक साथ बनाने के बजाय अलग-अलग क्यों बनाया गया?**
उत्तर – क्योंकि E. coli जीवाणु में प्रो-इंसुलिन से C-पेप्टाइड को काटकर अलग करने (maturation processing) की तंत्र-व्यवस्था नहीं होती है।

## » जीन चिकित्सा (Gene Therapy)

**प्रश्न 17 (आसान). सर्वप्रथम जीन चिकित्सा किस वर्ष और किस बीमारी के लिए की गई थी?**
उत्तर – वर्ष 1990 में, 4 वर्षीय बालिका में ADA (Adenosine Deaminase) की कमी के उपचार हेतु।

**प्रश्न 18 (आसान). lymphocytes में ADA जीन पहुँचाने के लिए किस संवाहक (vector) का प्रयोग किया गया था?**
उत्तर – पश्च विषाणु संवाहक (Retrovirus vector)।

**प्रश्न 19 (मध्यम). लसीकाणुओं (Lymphocytes) का उपयोग करके की गई जीन चिकित्सा को स्थायी उपचार क्यों नहीं माना जाता?**
उत्तर – क्योंकि लसीकाणु (lymphocytes) अमर नहीं होतीं, वे मृतप्राय होती हैं। इसलिए रोगी को समय-समय पर आनुवंशिक रूप से निर्मित लसीकाणुओं को देना पड़ता है।

**प्रश्न 20 (कठिन). ADA की कमी के उपचार हेतु एन्ज़ाइम प्रतिस्थापन चिकित्सा (Enzyme replacement therapy) और जीन चिकित्सा में मुख्य अंतर क्या है?**
उत्तर – एन्ज़ाइम प्रतिस्थापन में बाहर से बना सक्रिय ADA एंजाइम सुई द्वारा दिया जाता है जो केवल अस्थायी है, जबकि जीन चिकित्सा में कार्यात्मक जीन कोशिका में डालकर शरीर से ही एंजाइम बनवाया जाता है; और यदि यह भ्रूणीय अवस्था में हो तो स्थायी इलाज बनता है।

## » आणविक निदान (Molecular Diagnosis)

**प्रश्न 21 (आसान). ELISA किस जैविक सिद्धांत पर आधारित तकनीक है?**
उत्तर – प्रतिजन-प्रतिरक्षी (Antigen-Antibody) की पारस्परिक क्रिया के सिद्धांत पर।

**प्रश्न 22 (आसान). PCR का मुख्य कार्य क्या है?**
उत्तर – डीएनए या आरएनए की सूक्ष्म मात्रा का प्रवर्धन (Amplification) करना।

**प्रश्न 23 (मध्यम). स्वविकिरणी चित्रण (Auto-radiography) में उत्परिवर्तित जीन फोटोग्राफिक फिल्म पर क्यों दिखाई नहीं देते?**
उत्तर – क्योंकि रेडियोएक्टिव प्रोब (Probe) और उत्परिवर्तित जीन एक-दूसरे के पूरक (Complementary) नहीं होते, जिससे उनका संकरण नहीं हो पाता।

**प्रश्न 24 (कठिन). पारंपरिक निदान पद्धतियों की तुलना में आणविक निदान पद्धतियां क्यों श्रेष्ठ हैं?**
उत्तर – पारंपरिक पद्धतियाँ रोग के लक्षण प्रकट होने और रोगाणु की संख्या अधिक होने के बाद ही पहचान कर पाती हैं, जबकि आणविक निदान बिना लक्षण प्रकट हुए अत्यंत कम रोगाणुओं को भी उनके डीएनए या प्रोटीन के स्तर पर प्रारंभिक अवस्था में पहचान लेता है।

### » पारजीवी जंतु (Transgenic Animals)

**प्रश्न 25 (आसान). कुल उपलब्ध पारजीवी जंतुओं में कितने प्रतिशत चूहे हैं?**
उत्तर – 95 प्रतिशत से अधिक।

**प्रश्न 26 (आसान). प्रथम पारजीवी गाय का नाम क्या था?**
उत्तर – रोजी (Rosy)।

**प्रश्न 27 (मध्यम). इम्फ़ॉसिमा (Emphysema) के निदान में किस मानव प्रोटीन का उपयोग किया जाता है?**
उत्तर – अल्फ़ा-1 एंटीट्रिप्सिन (alpha-1 antitrypsin)।

**प्रश्न 28 (कठिन). टीका सुरक्षा परीक्षण में बंदरों के स्थान पर पारजीवी चूहों का उपयोग करने का मुख्य कारण क्या है?**
उत्तर – पारजीवी चूहे आनुवंशिक रूप से अधिक संवेदी और सुलभ होते हैं, जिससे परीक्षण के सटीक और विश्वसनीय परिणाम कम समय में प्राप्त होते हैं।

### » नैतिक मुद्दे, पेटेंट और बायोपाइरेसी

**प्रश्न 29 (आसान). GEAC का फुल फॉर्म क्या है?**
उत्तर – Genetic Engineering Approval Committee (आनुवंशिक इंजीनियरिंग अनुमोदन समिति)

**प्रश्न 30 (आसान). बायोपाइरेसी (Biopiracy) किसे कहते हैं?**
उत्तर – बिना अनुमति और बिना उचित भुगतान के किसी देश के जैव-संसाधनों का उपयोग करना।

**प्रश्न 31 (मध्यम). विकसित और विकासशील देशों के बीच जैव-संसाधनों को लेकर क्या असमानता है?**
उत्तर – विकसित देश आर्थिक रूप से समृद्ध हैं पर जैव-विविधता में गरीब हैं, जबकि विकासशील देश जैव-विविधता और पारंपरिक ज्ञान में समृद्ध हैं।

**प्रश्न 32 (कठिन). भारतीय संसद ने इंडियन पेटेंट बिल में संशोधन क्यों किया?**
उत्तर – जैव-संसाधनों की बायोपाइरेसी को रोकने, आपातकालीन प्रावधानों और अनुसंधान एवं विकास के प्रयासों को कानूनी संरक्षण देने के लिए।

## हल किए हुए उदाहरण (step-by-step)

**उदाहरण 1. यदि किसी क्षेत्र में मिट्टी में लवणता (salinity) अधिक है और सामान्य धान पैदा नहीं हो पा रहा, तो बायोटेक्नोलॉजी द्वारा इसे कैसे हल किया जाएगा?**

› स्टेप 1: लवण-सहिष्णुता (salt tolerance) वाले विशिष्ट जीन की पहचान करना।
› स्टेप 2: इस जीन को धान के पौधे के DNA में स्थानांतरित करके GM Crop तैयार करना।
› स्टेप 3: प्राप्त आनुवंशिकतः रूपांतरित धान को उस उच्च-लवणता वाली मिट्टी में उगाना।

**उत्तर – लवण-सहिष्णु GMO धान तैयार करके उच्च-लवणता वाली मिट्टी में भी अच्छी पैदावार ली जा सकती है।**

**उदाहरण 2. यदि एक किसान की मक्के की फसल में मक्का छेदक (Corn Borer) कीट का प्रकोप है, तो उसे बीटी प्रौद्योगिकी के तहत किस क्राई (cry) जीन का उपयोग करना चाहिए और यह जीन कीट को कैसे नष्ट करता है?**

› स्टेप 1: विशिष्ट जीन की पहचान करें – मक्का छेदक (Corn Borer) के नियंत्रण के लिए cry1Ab जीन का उपयोग किया जाता है।
› स्टेप 2: क्रियाविधि समझें – cry1Ab जीन द्वारा निर्मित प्राक्-जीवविष (protoxin) पौधे में बनता है।
› स्टेप 3: जब मक्का छेदक इस पौधे को खाता है, तो उसकी मध्य आँत (midgut) के क्षारीय pH में प्राक्-जीवविष

घुलकर सक्रिय रूप में बदल जाता है।

› स्टेप 4: सक्रिय जीवविष मध्य आँत की उपकलीय कोशिकाओं में छिद्र बनाकर कोशिकाओं को फाड़ देता है, जिससे कीट की मृत्यु हो जाती है।

**उत्तर – किसान को cry1Ab जीन युक्त बीटी मक्का का उपयोग करना चाहिए, जो कीट की आँत में क्षारीय pH के कारण सक्रिय होकर कीट को नष्ट कर देता है।**

**उदाहरण 3. यदि किसी तंबाकू के पौधे में Agrobacterium द्वारा केवल Sense RNA बनाया जाए और Anti-sense RNA न बने, तो क्या पौधा nematode प्रतिरोधी होगा? कारण स्पष्ट करें।**

› Step 1: RNAi की प्रक्रिया शुरू होने के लिए dsRNA (द्विसूत्री आरएनए) का बनना अनिवार्य है।

› Step 2: केवल Sense RNA बनने पर पूरक (complementary) Anti-sense strand नहीं मिलेगा, जिससे dsRNA का निर्माण नहीं होगा।

› Step 3: dsRNA न बनने से nematode का mRNA निष्क्रिय (silent) नहीं हो पाएगा और प्रोटीन का निर्माण जारी रहेगा।

**उत्तर – नहीं, पौधा प्रतिरोधी नहीं होगा क्योंकि dsRNA के अभाव में RNA interference (gene silencing) प्रारंभ नहीं होगा।**

**उदाहरण 4. मानव इंसुलिन के व्यावसायिक उत्पादन में प्रो-इंसुलिन और परिपक्व (mature) इंसुलिन के बीच मुख्य संरचनात्मक अंतर क्या है, और एली लिली कंपनी ने इसे कैसे हल किया?**

› चरण 1: प्रो-इंसुलिन में A और B शृंखलाओं के अलावा C-पेप्टाइड (C-peptide) उपस्थित होता है, जो इसे अक्रिय बनाता है।

› चरण 2: परिपक्व इंसुलिन में C-पेप्टाइड अनुपस्थित होता है और केवल A तथा B शृंखलाएँ डाइसल्फाइड बंधों (disulfide bonds) द्वारा जुड़ी होती हैं।

› चरण 3: Eli Lilly ने E. coli का उपयोग करके A और B शृंखलाओं का अलग-अलग संश्लेषण किया और उन्हें प्रयोगशाला में डाइसल्फाइड बंधों द्वारा जोड़कर परिपक्व इंसुलिन बनाया।

**उत्तर – मुख्य अंतर C-पेप्टाइड की उपस्थिति (प्रो-इंसुलिन में) और अनुपस्थिति (परिपक्व इंसुलिन में) है। इसे A और B शृंखलाओं का पृथक उत्पादन कर डाइसल्फाइड बंधों से जोड़कर हल किया गया।**

**उदाहरण 5. यदि किसी 6 वर्ष के बच्चे में ADA एंजाइम की आनुवंशिक कमी पाई जाती है, तो उसे पूर्णतः और स्थायी रूप से ठीक करने के लिए जीन चिकित्सा का कौन-सा चरण और कब लागू करना होगा?**

› स्टेप 1: रोग की पहचान करें – ADA कमी एक आनुवंशिक विकार है जो Adenosine Deaminase जीन के लोप होने से होता है।

› स्टेप 2: परिपक्व लसीकाणुओं (Lymphocytes) में जीन स्थानांतरण की सीमा समझें – यदि 6 वर्ष के बच्चे के रक्त से lymphocytes निकालकर ADA cDNA डालें, तो ये कोशिकाएँ कुछ समय बाद मर जाएँगी, अतः बार-बार इन्फ्यूजन की आवश्यकता होगी।

› स्टेप 3: स्थायी समाधान का चयन करें – स्थायी उपचार के लिए कार्यात्मक ADA जीन को अस्थिमज्जा (Bone Marrow) की कोशकिाओं में प्रारम्भकि भ्रूणीय अवस्था (Embryonic stage) में ही स्थानांतरति करना होगा।

**उत्तर – बच्चे के परिपक्व होने पर दिया गया उपचार केवल अस्थायी होगा; स्थायी उपचार हेतु कार्यात्मक ADA जीन को प्रारंभिक भ्रूणीय अवस्था की अस्थिमज्जा कोशिकाओं में प्रवेश कराना आवश्यक है।**

**उदाहरण 6. यदि किसी मरीज के शरीर में HIV विषाणु के लक्षण अभी प्रकट नहीं हुए हैं, फिर भी डॉक्टर उसका परीक्षण करना चाहते हैं। इस स्थिति में कौन सी आणविक तकनीक उपयोगी होगी और क्यों?**

› स्टेप 1: मरीज में लक्षण न होने के कारण वायरस की मात्रा अत्यंत कम होगी, जिसे सामान्य रक्त परीक्षण से नहीं पहचाना जा सकता।

› स्टेप 2: इस कम मात्रा वाले वायरल RNA/DNA की प्रवर्धन (Amplification) हेतु PCR (Polymerase Chain Reaction) का उपयोग कयिा जाएगा।

› स्टेप 3: PCR तकनीक न्यूक्लिक अम्ल की थोड़ी सी मात्रा को कई गुना बढ़ाकर उसकी स्पष्ट पहचान सुनिश्चित कर

देती है।

**उत्तर – PCR (पॉलीमरेज श्रृंखला अभिक्रिया) तकनीक उपयोगी होगी क्योंकि यह वायरल न्यूक्लिक अम्ल का प्रवर्धन करके अति-अल्प मात्रा को भी पहचान लेती है।**

**उदाहरण 7. पारजीवी गाय 'रोजी' (Rosy) का निर्माण किस उद्देश्य से किया गया था और इसके दूध की क्या विशेषता थी?**

› स्टेप 1: उद्देश्य पहचानें - मानव शिशु के लिए अधिक संतुलित और पौष्टिक जैविक उत्पाद तैयार करना।

› स्टेप 2: दूध की विशेषता लिखें - 1977 में निर्मित इस गाय के प्रति लीटर दूध में 2.4 ग्राम मानव प्रोटीन 'alpha-lactalbumin' मौजूद था।

› स्टेप 3: निष्कर्ष - यह दूध साधारण गाय के दूध की तुलना में मानव शिशुओं के लिए अधिक पोषणयुक्त और सुपाच्य था।

**उत्तर – रोजी गाय का निर्माण मानव प्रोटीन युक्त दूध (2.4 g/L alpha-lactalbumin) प्राप्त करने के लिए किया गया था, जो शिशुओं के लिए अत्यधिक संतुलित पोषण प्रदान करता है।**

**उदाहरण 8. बायोपाइरेसी क्या है और GEAC का मुख्य कार्य क्या है? बोर्ड परीक्षा के दृष्टिकोण से संक्षिप्त विवरण दें।**

› स्टेप 1: बायोपाइरेसी की परिभाषा लिखें – किसी देश के जैव-संसाधनों का बिना पूर्व अनुमति और बिना क्षतिपूर्ति भुगतान के उपयोग करना बायोपाइरेसी है।

› स्टेप 2: GEAC का पूरा नाम लिखें – Genetic Engineering Approval Committee (आनुवंशिक इंजीनियरिंग अनुमोदन समिति)।

› स्टेप 3: GEAC के दो मुख्य कार्य बताएं – (a) GM अनुसंधानों की वैधता का निर्णय करना, (b) जन सेवाओं के लिए GM जीवों के निवेश की सुरक्षा की जांच करना।

**उत्तर – बायोपाइरेसी जैव-संसाधनों की अनधिकृत चोरी है, और GEAC भारत में आनुवंशिक रूप से रूपांतरित जीवों (GM Organisms) के सुरक्षित उपयोग को नियंत्रित करने वाली संस्था है।**

## बोर्ड परीक्षा के लिए ख़ास

• बोर्ड परीक्षा में GMO के कृषि में लाभ अक्सर 3 अंक के प्रश्न में पूछे जाते हैं; उत्तर में 'गोल्डन राइस' का उदाहरण ज़रूर लिखें!

• बोर्ड परीक्षा में बीटी विष के सक्रिय होने की प्रक्रिया (क्षारीय pH + आँत की उपकलीय कोशिकाओं में छिद्र) और cry जीनों की जोड़ी (cry1Ac/cry2Ab vs cry1Ab) पर direct प्रश्न ज़रूर पूछा जाता है!

• बोर्ड परीक्षा में Sense और Anti-sense RNA से dsRNA बनने का flow-chart ज़रूर बनाएँ, इससे पूरे अंक मिलते हैं।

• बोर्ड परीक्षा में C-पेप्टाइड की भूमिका और Eli Lilly द्वारा A तथा B श्रृंखलाओं को पृथक बनाने का कारण अक्सर 3 अंक के प्रश्न में पूछा जाता है।

• बोर्ड परीक्षा में ADA deficiency पर 3 अंक का प्रश्न अक्सर आता है। उत्तर में 1990, retrovirus vector, lymphocytes और 'embryonic stage for permanent cure' इन चारों शब्दों को रेखांकित (underline) जरूर करें।

• बोर्ड परीक्षा में ELISA का पूरा नाम (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) और इसका सिद्धांत (Antigen-Antibody interaction) अक्सर 1-2 अंक में पूछा जाता है, इसे उत्तर में स्पष्ट रूप से लिखें।

• बोर्ड परीक्षा में 'पारजीवी जंतुओं के चार अनुप्रयोग' और 'रोजी गाय का महत्व' बार-बार पूछा जाता है, इसे बिंदुवार उत्तर में लिखें।

• GEAC का पूरा नाम और कार्य, तथा बायोपाइरेसी की परिभाषा 2 या 3 अंकों वाले प्रश्नों में बार-बार पूछे जाते हैं, इन्हें हुबहू याद रखें!

## एक नज़र में रिवीज़न

› GMO: जीन परविर्तति जीव जो सूखा सहष्णिुता, पीड़क-प्रतरिोधकता और उच्च पोषण (उदा. गोल्डन राइस) प्रदान करते हैं।

› बीटी जीवविष कीट की आँत के क्षारीय pH में सक्रिय होकर कोशिकाएं फाड़ देता है।

› RNAi: dsRNA द्वारा वशिष्टि mRNA का क्षय/नष्किरयीकरण (Gene Silencing)।

› Mature Insulin में A व B शृंखलाएँ Disulfide bond से जुड़ी होती हैं; C-peptide अनुपस्थति होता है।

› जीन चिकित्सा: दोषपूर्ण जीन का प्रतिस्थापन; ADA कमी का स्थायी इलाज केवल भ्रूणीय अवस्था में सम्भव।

› PCR डीएनए प्रवर्धन द्वारा तथा ELISA प्रतजिन-प्रतरिक्षी क्रयिा द्वारा रोगों का प्रारंभकि नदिान करते हैं।

› Transgenic Animals: 95% चूहे; रोजी गाय = alpha-lactalbumin युक्त प्रोटीन दूध (2.4g/L)।

› Biopiracy = जैव संसाधनों की अनधकृित चोरी; GEAC = GM जीवों की सुरक्षा जाँच समतिि।