इकाई 9: जीवाणु एवं आनुवंशिक अभियांत्रिकी (Bacteria and Genetic Engineering)

इकाई की रूपरेखा (Outline of Unit)

9.0 उद्देश्य (Objective)

9.1 प्रस्तावना (Introduction)

9.2 जीवाणु एवं आनुवंशिक अभियांत्रिकी

- 9.2.1 आनुवंशिक अभियांत्रिकी के अस्त्र
- 9.2.2 आनुवंशिक अभियांत्रिकी से लाभ
- 9.2.3 आनुवंशिक अभियांत्रिकी की संभावित हानियाँ
- 9.2.4 आनुवंशिक अभियांत्रिकी का नियमन

9.3 सारांश (Summary)

9.4 शब्दावली (Glossary)

9.5 संदर्भ ग्रन्थ (Further Reading)

9.6 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answers to Self-Assessment Questions)

9.7 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Questions)

9.0 उद्देश्य (Objective)

प्रस्तुत इकाई का मुख्य उद्देश्य छात्र -छात्राओं को जैव-प्रौद्योगिकी के अन्तर्गत आने वाली शाखा आनुवंशिक अभियांत्रिकी (genetic engineering) में प्रयोग में आने वाली विभिन्न प्रक्रिया, इससे होने वाले लाभ व हानि के बारे में जानकारी दी जाये । इसके साथ ही इसमें उपयोग में आने वाले औजारों (tools) के बारे में वर्णन किया गया है । आनुवंशिक अभियांत्रिकी में जीवाणु विशेषकर ई. कोलाई का उपयोग किया जाता है, इसलिए इस इकाई में जीवाणु का भी संक्षिप्त विवरण दिया गया है ।

9.1 प्रस्तावना (Introduction)

आप सभी जानते हैं कि सभी सजीवों का निर्माण कोशिकाओं से होता है, ये कोशिकाएँ केन्द्रक द्वारा नियंत्रित रहती हैं। इस केन्द्रक में गुणसूत्र पाये जाते हैं जो कि सजीवों की विभिन्न अभिक्रियाओं, व्यवहार तथा आनुवंशिकता के वाहक हैं। जैव-प्रौद्योगिकी के अन्तर्गत आने वाला आनुवंशिक अभियांत्रिकी विषय इस दृष्टि से इसलिए महत्वपूर्ण है क्योंकि इसके अन्तर्गत इन गुणसूत्रों पर पाये जाने वाले जीन अथवा डी. एन. ए. खंडों में फेरबदल की जाती है । इसके अन्तर्गत कुछ नये डी. एन. ए. खंडों को जोड़ा जाता है अथवा कुछ डी. एन ए. खंडों को हटाया भी जा सकता है । इसके परिणामस्वरूप उत्पन्न जीव नये गुणों वाला होगा क्योंकि उसमें इच्छित गुणों का समावेश किया जाता है अर्थात लाभकारी जीनों को जोड़ा जाता है तथा हानिकारक जीनों को हटाया जाता है । इस प्रकार आनुवंशिकी अभियांत्रिकी की तकनीकों का उपयोग करके जीवों में

इच्छित आनुवंशिक पदार्थों को प्रतिस्थापित करने में इस तकनीक के अन्तर्गत दो नियमित जीवों से प्राप्त डी. एन .ए. को परस्पर संयोजित कर पुनर्योजित डी. एन. ए. (recombinant DNA) प्राप्त कर लिया जाता है। अब इस पुनर्योजित डी. एन. ए. का इच्छित जीव में प्रवेश करवाया जाता है । इस प्रकार प्राप्त जीव इच्छित गुणों या लक्षणों वाला होता है । यह तकनीक **पुनर्योगज डी. एन. ए. तकनीक** कहलाती है । आनुवंशिक अभियांत्रिकी का आरम्भ 1970 के मध्य में हुआ तथा इस के अन्तर्गत आनुवंशिकी पदार्थ में वांछित फेरबदल को संभव करने का श्रेय वर्नर आर्बर (Werner Arber) तथा हेमिल्टन स्मिथ (Hamilton Smith) को जाता है क्योंकि इन्हीं वैज्ञानिकों ने एक ऐसे एन्जाइम की खोज की थी जो डी. एन. ए. शृंखला को काटने में सक्षम था । ये एन्जाइम डी. एन. ए. को खंड युक्त करने में सहायक होते हैं । हावर्ड टेमिन (Haward Temin) व डेविड बाल्टीमोर (David Baltimore) ने रिवर्स ट्राँसक्रिप्टेज (Reverse Transcriptase) नामक एन्जाइम की खोज की जिसके द्वारा रिट्रोवाइरस आर. एन. ए. का उपयोग करके डी एन. ए. का संश्लेषण किया जाता है । इसी प्रकार mRNA के द्वारा संपूर्ण जीन या इसके अंश का निर्माण किया जा सकता है ।

संक्षेप में हम इसकी आधारभूत तकनीक को निम्न प्रकार समझ सकते हैं :

1. सर्वप्रथम दो जीवों से दो डी. एन .ए. अणुओं को कोशिका से अलग किया जाता है ।
2. इन डी. एन. ए. अणुओं को कुछ विशिष्ट एन्जाइमों द्वारा छोटे-छोटे टुकड़ों में विभक्त कर लिया जाता है।
3. फिर योजनाअनुसार इन टुकड़ों को एन्जाइमों की मदद से जोड़ा जाता है । इस प्रकार प्राप्त डी एन. ए. पुनर्योजित डी. एन. ए. कहलाता है ।
4. अब इस पुनर्योजित डी. एन. ए. को जीवाणु कोशिका में स्थानान्तरित कर लिया जाता है । तथा फिर इसमें प्रतिकृतिकरण (replication) एवं प्रजनन (reproduction) करवाया जाता है ।
5. इस प्रकार बनने वाली प्रतिलिपियों में दो विभिन्न जीवों से प्राप्त डी. एन. ए. अंश का मिश्रण उपस्थित होता है ।

9.2 जीवाणु एवं आनुवंशिक अभियांत्रिकी (Bacteria and Genetic Engineering)

आनुवंशिक अभियांत्रिकी के अध्ययन हेतु प्रोकेरियोटिक जीव या कोशिकाओं को ही आधार बनाया जाता है। इसका कारण है कि ये जीव अपेक्षाकृत सरल होते हैं। इसलिए वैज्ञानिकों ने अधिकतर अनुसंधान कार्य एशेरेकिया कोलाई (E. coli) **न्यूरोस्पोरा** (neurospora), **यीस्ट** (yeast) एवं विषाणुओं पर ही किया । इसके निम्न कारण हैं :

1. इन जीवों की संरचना सरल, संवर्धन करना आसान तथा कम खर्चीला होता है ।
2. इनकी आणविक संरचना सरल होती है तथा जीवनकाल भी अल्प होता है जिसे समझना आसान होता है ।
3. इनके आनुवंशिक पदार्थ एक सूत्रीय डी. एन. ए. के रूप में पाये जाते हैं तथा जीन कम संख्या में पाये जाते हैं ।

4. इनका उपयोग **वाहक** (vector) के रूप में व **पोषक** (host) कोशिका के रूप में किया जाता है ।
5. इनमें **प्लाज्मिड** (plasmid) की उपस्थिति के कारण इनका उपयोग प्रयोगशाला में आनुवंशिक अभियांत्रिकी एवं जैव तकनीक हेतु शोध कार्य में किया जाता है ।
6. जीवाणु को पोषक कोशिका के रूप में प्रयुक्त करके इनसे **इन्सुलिन, इन्टरफेरान, सोमेटोस्टेटिन, रक्त स्कन्धन कारक** आदि का औद्योगिक स्तर पर निर्माण किया जा सकता है ।
7. जीवाणुओं से ही आनुवंशिक अभियांत्रिकी के संचालन हेतु औजार (tools) प्राप्त किये जाते हैं।

9.2.1 आनुवंशिक अभियांत्रिकी के यंत्र (Tools of Genetic Engineering)

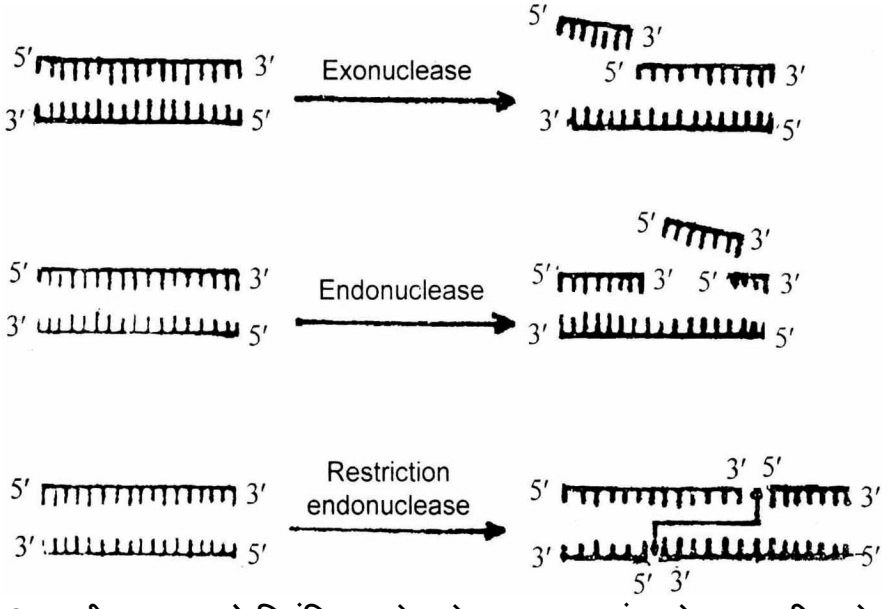
आनुवंशिकी अभियांत्रिकी एक जटिल प्रक्रिया है इसे प्रयोगशाला में समापन कराने हेतु कई औजारों की आवश्यकता होती है । ये जैविक औजार (biological tools) निम्न होते हैं :

1. एन्जाइम (enzymes)
2. वाहक (vector)
3. बाह्य या पैसेन्जर डी. एन. ए. (foreign or passenger DNA)
4. सी. डी. एन. ए. कोष (cDNA Bank)
5. जीन कोष (Gene Bank)

1. एन्जाइम्स (Enzymes) : आनुवंशिकी अभियांत्रिकी की विभिन्न अभिक्रियाओं को करने हेतु एन्जाइम्स की महत्वपूर्ण भूमिका होती है । ये एन्जाइम्स इन क्रियाओं में उत्प्रेरक की भांति कार्य करते हैं । इन्हें निम्न प्रकारों में बाँटा जा सकता है ।

(i) एक्सोन्यूक्लिएज (Exonuclease) : यह एक सूत्रीय डी. एन. ए. (Single Stranded DNA) के 5' - 3' सिरे पर स्थित नाइट्रोजिनस क्षार युग्म (Nitrogenous base paid) पर क्रिया करके इनका पाचन करते हैं तथा द्विसूत्रीय डी. एन. ए. (Double Stranded DNA) पर क्रिया करके इनमें बीच-बीच में रिक्त स्थान (gaps) बना देते हैं (चित्र 9.1) ।

(ii) एन्डोन्यूक्लिएज (Endonuclease) : यह एन्जाइम द्विसूत्रीय डी. एन. ए. के 5' - 3' सिरे के अलावा अन्य सभी स्थलों पर अभिक्रिया करके वहाँ विखंडन करते हैं तथा यह अभिक्रिया डी. एन. ए. के एक सूत्र पर ही सीमित होती है ।



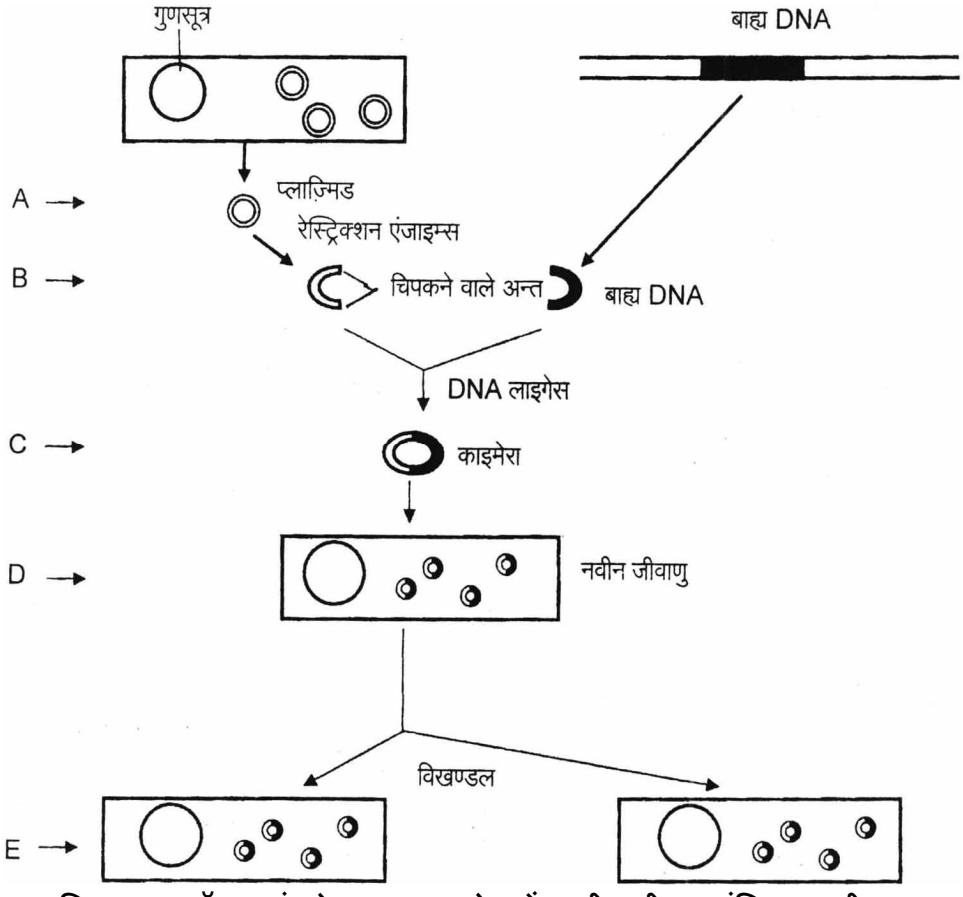
चित्र 9.1 : डी. एन. ए. को विखंडित करने वाले एन्जाइम्स एवं इनके द्वारा की जाने वाली क्रियाओं का प्रदर्शन

(iii) प्रतिबंधित एन्जाइम (Restriction Enzyme) : इस एन्जाइम की खोज डॉ. वर्नर **आर्बर** तथा **डॉ. एच. ओ. स्मिथ** व **डॉ. नाथन्स** ने की थी। उन्हें चिकित्सा क्षेत्र में उनकी इस उपलब्धि के लिए नोबल पुरस्कार दिया गया था । ये एन्जाइम डी. एन. ए. सूत्र में न्यूक्लिओटाइड शृंखला में विशिष्ट स्थल पहचानकर उन्हें विखंडित करने की क्षमता रखता है। यह प्राकृतिक रूप से जीवाणु में पाया जाता है तथा इस पर आक्रमण करने वाले विषाणु (virus) से स्वयं की रक्षा करता है क्योंकि इनकी प्रतिक्रिया बाह्य डी. एन. ए. जो कि विषाणु में उपस्थित होता है के प्रति होती है इन्हें प्रतिबंधित एन्जाइम भी कहा जाता है ।

(iv) डी. एन. ए. लाइगेज (DNA Ligase) : ये एन्जाइम डी. एन. ए. के संसंजक सिरों पर सह संयोजक बंध बनाकर इसका मुँह बंद (seal) कर देते हैं । इस प्रकार ये प्रतिबंधित खंडों को जोड़ने का कार्य करते हैं। ये T4 फेग से प्राप्त किये जाते हैं, अत: इन्हें T4 लाइगेज कहा जाता है ।

(v) क्षारीय फास्फेटेज (Alkaline Phosphatase) : यह प्लाज्मिड के वृत्ताकार डी. एन. ए. के काटे गये सिरों को परस्पर जोड़ने का कार्य करते हैं। ये यौगिकों के मोनोफास्फेट स्तर समूह का जल-अपघटन करते हैं ।

2. वाहक डी. एन. ए. (Vector DNA) : वाहक डी. एन. ए. वह डी. एन. ए. होते हैं जो अपने साथ बाह्य डी. एन. ए. (foreign DNA) को एक जीव से दूसरी जीव कोशिका तक ले जाते हैं । यहाँ पर वाहक डी. एन. ए. जोकि आनुवंशिक पदार्थ (डी. एन. ए.) को एक जीव से दूसरे में ले जाता है **वाहक** (carrier) का कार्य करता है । इसके लिए जीवाणविक **प्लाज्मिड, बैक्टीरियोफेज** विषाणु (virus), **कास्मिड** (cosmid) काम में लिए जाते हैं ।



चित्र 9.2 : बॉयर एवं कोहन द्वारा प्रयोग में लायी गयी आनुवंशिक तकनीक :

A. जीवाणु से प्लाज्मिड का पृथक्ककीरण; B. रेस्ट्रिक्शन एन्जाइम द्वारा अभिक्रिया कर डी. एन. ए. के. स्टिकी सिरों की प्राप्ति; C. बाह्य डी. एन. ए. खंड का प्लाज्मिड में रोपण व डी. एन. ए. लाइगेज द्वारा प्लाज्मिड को सील करना (काइमेरा प्राप्ति); D. काइमेरा का नवीन जीवाणु में प्रवेश; E. विभाजन द्वारा वृद्धि

प्लाज्मिड (plasmid) : प्लाज्मिड वाहक का कार्य करते हैं। यह जीवाणु कोशिका में पाये जाते हैं । जीवाणु कोशिकाओं में गुणसूत्र के अलावा आनुवंशिक पदार्थ के रूप में पायी जाने वाली ये संरचना प्लाज्मिड कहलाती है । ये डी. एन. ए. के दो अणु से बने होते हैं तथा वृत्ताकार रूप में पाये जाते हैं । ये अपनी प्रतिकृति स्वयं बनाते हैं तथा इन्हें अन्य किसी नियंत्रण की आवश्यकता नहीं होती है। इनमें पाये जाने वाले जीन जीवाणु गुणसूत्र से भिन्न होते हैं। इनकी आवश्यकता जीवाणु की वृद्धि व अन्य किसी भी प्रकार की अभिक्रिया के लिए आवश्यक नहीं होती है । ये **जीन क्लोनिंग** में बहुत उपयोगी या महत्वपूर्ण होते हैं। हालाँकि ये वृत्ताकार होते हैं, परन्तु इन्हें एक स्थान से काट कर रेखीय बनाया जा सकता है । इनके खुले सिरे पर बाह्य डी. एन. ए. को जोड़ा जा सकता है। नया डी एन. ए. जुड़ने के बाद ये अपनी प्रतिकृति बना सकते हैं । इस प्रकार के **डी. एन. ए.** को **संकरित डी. एन ए.** भी कहते हैं ।

सर्वप्रथम **कोहन एवं साथियों** ने (1973) ने प्लाज्मिड का उपयोग वाहक के रूप में किया था (चित्र 9.2) । प्लाज्मिड एक आदर्श वाहक है क्योंकि-

1. इसे जीवाणु कोशिका से सरलतापूर्वक अलग कर सकते हैं ।
2. इसमें एक प्रतिबंधित स्थल (restriction site) होता है जिस पर प्रतिबंधित एन्जाइम क्रिया करते हैं ।
3. इनमें बाह्य डी. एन .ए. जुड़ने के बाद भी प्रतिकृति की क्षमता होती है ।
4. यह आसानी से जीवाणु कोशिका में प्रेषित कराया जा सकता है ।

3. बाह्य या पैसेन्जर डी एन. ए. (Foreign or Passenger DNA) : डी एन .ए. के वह अणु जिन्हें दाता कोशिका (donor cell) से निकाल कर अलग कर लिया जा सके तथा ग्राही कोशिका (host cell) के डी. एन .ए. में जोड़ कर उसे क्लोन करा लिया जाये , तो ऐसे डी एन. ए. अणु बाह्य डी. एन .ए. कहलाते हैं । ये डी. एन. ए. निम्न प्रकार के होते हैं :

(1) पूरक डी. एन .ए. (Complimentary DNA) or cDNA

(2) संश्लेषित डी. एन. ए. (Synthetic DNA) or sDNA

(3) याद्दवृच्छिक डी. एन. ए. (Random DNA) or rDNA

4. cDNA कोष (cDNA Bank) : एक यूकैरियोटिक कोशिका में कई mRNA पाये जाते हैं जिनसे प्रोटीन, एन्जाइम व हार्मोन बनते हैं। इनसे इतने ही प्रकार के cDNA बनाये जा सकते हैं । mRNA अणु के वास्तविक प्रतिरूप (true copy) ही cDNA कहलाते हैं । इनका औद्योगिक रूप से उपयोग संभव है। सन् 1981 में विलियम्स ने इस आधार पर cDNA क्लोन कोष बनाने का प्रस्ताव रखा । cDNA क्लोन कोष से अर्थ है ऐसे जीवाणु रूपान्तरणों की समिष्टि (bacterial transformation population) जिसकी प्रत्येक इकाई में एक cDNA, प्लाज्मिड के साथ जोड़ा गया है। इस प्रकार प्रत्येक mRNA के आधार पर बने cDNA तथा प्लाज्मिड डी. एन .ए. युक्त जीवाणु प्राप्त हो जाते हैं। इस प्रकार 5, 000 से 10,000 क्लोन युक्त बैंक बनाये जा सकते हैं ।

5. जीन कोष (Gene Bank) : किसी भी प्राणी के संपूर्ण डी एन. ए. जीनोम (genome) का वाहक के साथ मिलकर डी. एन. ए. के खंडों का संकलन कर जीन बैंक बनाया जाना संभव हो गया है । (इसमें एक प्राणी के डी. एन .ए. की एक **प्रतिलिपि वाहक** के डी एन. ए. के साथ संयोजित हमेशा उपलब्ध रहती है। इसमें किसी भी प्रकार के परिवर्तन होने पर विकार का कारण ज्ञात करने में सहायता मिलती है) । पादप व चिकित्सा विज्ञान में इससे बहुत लाभ मिलता है ।

9.2.2 आनुवंशिकी अभियांत्रिकी से लाभ (Benefits of Genetic Engineering)

आनुवंशिकी अभियांत्रिकी के क्षेत्र में होने वाली नित नई तकनीकों के विकास ने मानव समाज के लिए अभूतपूर्व संभावनाएं खोल दी हैं। उदाहरण के तौर पर किसी विशिष्ट प्रोटीन के संश्लेषण के लिए जिम्मेदार जीन को पहचान कर व पृथक करके उस प्रोटीन को संश्लेषित कर लिया जाता है । इसी प्रकार इस क्षेत्र में विभिन्न उत्पादों का निर्माण किया जा रहा है जो कि मानव शरीर को स्वस्थ बनाए रखने में अत्यन्त महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं । उनमें से कुछ उपयोगी उत्पादों का वर्णन निम्न प्रकार से हैं :

1. **मानव वृद्धि हार्मोन** (Human Growth Hormone : HGH) : पुनर्योजन डी. एन. ए. तकनीक के जरिए HGM व इन्सुलिन जैसे जटिल हार्मोनों का संश्लेषण किया जाना संभव हो गया है । पीयूष ग्रंथि से सोमेटोस्टेटिन नामक हार्मोन स्रावित किया जाता है जो कि वृद्धि हॉर्मोन व इन्सुलिन के मुक्त होने का नियमन करता है । पहले इसे बहुत कठिन व महंगे तरीकों से प्राप्त किया जाता था लेकिन अब आनुवंशिकी अभियांत्रिकी की तकनीक की मदद से अब **सोमेटोस्टेटिन** के जीन S को **ई. कोलाई** के **β- गेलेक्टोसिडेज** जीन के साथ जोड़ दिया जाता है तथा इससे मिथिओनिन का जीन भी जोड़ कर ई. कोलाई में स्थानान्तरित कर देते हैं । इस प्रकार ई. कोलाई ने जो शृंखला बनाई इसमें सोमेटोस्टेटिन, मिथिओनिन व ?-गैलेक्टोसिडेज प्राप्त कर लिया जाता है । अन्त में सोमेटोस्टेटिन को पृथक् कर लिया जाता है।
2. **मानव इन्टरफेरोन जीन** (Human Interferon Gene : HIG) : इजाक व लिन्डामैन ने HIG को सर्वप्रथम पृथक् किया था । इस जीन द्वारा निर्मित पदार्थ इन्टरफेरोन, विषाणु के द्वारा मानव पर आक्रमण किये जाने पर सुरक्षा प्रदान करता है । यह ठंड व हिपेटाइटिस के उपचार हेतु आवश्यक होता है तथा इसे **α, β व γ इन्टरफेरोन** के रूप में संश्लेषित किया जाता है ।
3. **टीके** (Vaccine) : विभिन्न प्रकार के टीकों का निर्माण आनुवंशिक अभियांत्रिकी की तकनीकों के द्वारा किया जा रहा है । हिपेटाइटिस बी, पोलियो, हाइड्रोफोबिया आदि के टीके तैयार किये जाते हैं इस विधि से प्राप्त टीके सस्ते व शुद्ध बनते हैं ।
4. **थैलेसीमिया व हीमोफीलिया** लिंग सहलग्न रोग है । हीमोफीलिया में कारक VIII-C की कमी के कारण रक्त का थक्का नहीं बनता है। इसके जीन क्लोन कर लिए गये हैं जो कि मानव देह की संबंधित कोशिकाओं में प्रोटीन VIII-C उत्पन्न करते हैं । इस प्रकार इस रोग का उपचार संभव हो गया है । इस क्षेत्र में थैलेसीमिया के उपचार के लिए प्रयास चल रहे हैं ।
   आनुवंशिक अभियांत्रिकी के क्षेत्र के अन्तर्गत **डी. एन .ए. प्रोब,** एक क्लोन प्रतिरक्षी काय आदि का उपयोग कर रोगों की पहचान की जाती है । विभिन्न रोगों जैसे कि एड्स, हिपेटाइटिस, हैजा, टी. बी. लेप्रोसी व मलेरिया के कारक की रोगी में पहचान इस तकनीक के द्वारा संभव है। गर्भस्थ शिशु में भी भ्रूण से **एम्निओटिक तरल** की जाँच द्वारा उनमें विकसित होने वाले रोगों की पहचान संभव हो गई है ।
5. विटामिन कार्बनिक अम्ल, एल्कोहल व प्रतिजैविक औषधियों का उत्पादन भी किया जा रहा है।
6. **जीन थैरेपी :** इस तकनीक में रोगी में उपचार के लिए एक नया जीन प्रवेश करा दिया जाता है। वह नया जीन रोगी में उस उत्पाद की कमी को पूरी कर देता है जिस उत्पाद की कमी के कारण वह रोग उत्पन्न हुआ है । साथ ही रोग प्रकट करने वाले जीन को शरीर से हटा दिया जाता है । यह जटिल कार्य आनुवंशिकी अभियांत्रिकी से संभव किया जा सकता है । जीन का प्रवेश कायिक कोशिका जैसे कि यकृत, त्वचा, रक्त आदि में करवाया जाता है तथा यह कार्य शुक्राणु अण्ड व भ्रूण स्तर तक किया जा सकता है । जीन थैरेपी के अन्तर्गत

माइक्रोइन्जेक्शन तकनीक, **बुलेट तकनीक** या **विषाणु** को उपयोग में लाया जाता है । हालाँकि जीन थैरेपी, अभी अत्यन्त प्रारम्भिक अवस्था में है इसके परीक्षण चल रहे हैं।

आनुवंशिक परामर्श : विवाह व संतान हेतु माता-पिता के गुणसूत्रों की जाँच करवा कर संतान में रोगों की संभावना का अन्दाज लगाया जा सकता है ।

अपराध विज्ञान : डी.एन.ए. प्रोब के उपयोग से अपराध-शाखा में विभिन्न प्रकार के अपराधों जैसे कि पैतृकता, बलात्कार, हत्या जैसी गुत्थी को सुलझाया जा सकता है । इसके लिए भारत में क्षार अनुक्रम के मिलान के लिए **सेन्टर फार सेल्लूलर एवं मालीक्यूलर बायोलॉजी** (CCMB) संस्थान में यह कार्य किया जाता है ।

प्रजाति सुधार : जीव व पादप की जाति सुधार करने की दिशा में आनुवंशिकी अभियांत्रिकी का महत्वपूर्ण योगदान है । विभिन्न जीव जैसे कि गाय, भैंस आदि की उच्च किस्में प्राप्त की जा सकती हैं जिससे कि दूध की अधिक मात्रा उत्पादित हो सके । लेक्टोफेरिन जीन जो कि गाय में दूध के स्रावण के लिए आवश्यक है, ज्ञात कर लिया गया है । ट्रांसजनिक गायों के साथ पक्षी, भेड़ व बकरी भी विकसित कर लिए गये हैं । ऐसे मूषक विकसित किये गये हैं जिनके दूध से रक्त के थक्के धुल सकते हैं । यह हृदय रोग के रोगियों को हृदयघात से बचा सकते हैं । कृषि क्षेत्र में इन तकनीकों द्वारा ऐसी फसलें तैयार की जा रही हैं जो उच्च क्वालिटी की हों तथा प्रतिरोधकता युक्त हो तथा इनकी उत्पादकता में भी वृद्धि हो ।

9.2.3 आनुवंशिक अभियांत्रिकी से हानियाँ (Drawbacks of Genetic Engineering)

विभिन्न देशों जैसे कि अमेरिका, ब्रिटेन एवं जापान आनुवंशिकी अभियांत्रिकी के क्षेत्र में नित नये प्रयोग कर रहे हैं । यहाँ पर बहुत अधिक मात्रा में शोध भी चल रहा है। अधिकतर प्रयोग करने के पीछे मानव कल्याण की भावना रही है जो कि समाज को लाभ दें तथा जीवन को सरल व रोगमुक्त बनायें । किन्तु दूसरी ओर प्रयोगशाला में पुनर्योगज तकनीक से यदि कुछ ऐसा उत्पाद बन गया जो कि हमारे लिए नुकसानदायक हो या रोगों को बढ़ावा देने वाला हो तो यह मानव जाति के लिए बहुत विनाशकारी भी हो सकता है। इसलिए इस क्षेत्र में होने वाली प्रगति लाभ के साथ-साथ हानिकारक भी सिद्ध हो सकती है। इसके लिए आवश्यक है कि प्रत्येक शोध बहुत जाँच परख के बाद ही किया जाये ।

- अधिकांश प्रयोग ई. कोलाई को आधार बनाकर किये जा रहे हैं । ई. कोलाई साधरणतया मानव आंत में पाया जाने वाला परजीवी जीवाणु है । यदि इस जीवाणु में आनुवंशिकी अभियांत्रिकी के प्रयोगों के दौरान कोई परिवर्तन उत्पन्न हो जाये व यह आंत में प्रवेश कर जाये तो स्थितियाँ गम्भीर हो सकती हैं । इसी प्रकार प्रतिजैविक औषधियों के प्रति **प्रतिरोधकता** रखने वाला जीन विकसित हो तथा वह इन ई. कोलाई में प्रवेशित करा दिया जाये तो मानव में तीव्र रोग उत्पन्न हो जायेंगे पर औषधियाँ असर नहीं करेंगी ।
- पुनर्योजन तकनीक से यदि हानिकारक प्रोटीन को केन्द्रित करने वाला **पुनर्योजित डी. एन .ए.** बन जाता है तो मानव में रोग विकृतियाँ उत्पन्न हो जायेंगी। साथ ही यदि कोई ऐसा **डी. एन .ए.** खंड विकसित हो जाये जो कोशिका की वृद्धि ही रोक दे तो इस प्रकार यह मानव के लिए हानिकारक सिद्ध होगा ।

- क्लोन बनाने के क्षेत्र में भी निरन्तर प्रयोग किये जा रहे हैं, भेड़ का **क्लोन** तो तैयार हो ही चुका है । अब अन्य जीवों के क्लोन बनाने पर प्रयोग चल रहे हैं । ये प्रयोग वास्तव में मानव जीवन में क्रांति तो ला देंगे परन्तु इनसे कई सामाजिक समस्याएँ सामने आयेंगी । इस प्रकार अत्यधिक रूप से आनुवंशिकी अभियांत्रिकी का प्रयोग मानव समाज के लिए अकल्याणकारी ही सिद्ध होगा ।
- इसी प्रकार अगर हम पादप विज्ञान के क्षेत्र में देखें तो यहाँ भी नित नयी खोजें व प्रयोग हो रहे हैं । अमेरिका ने तो इस क्षेत्र में काफी प्रगति कर ली है । इससे अच्छी फसल तो तैयार कर ली जाती है परन्तु उनसे बीज नहीं बनते । इससे फिर एक नयी समस्या उत्पन्न होगी । इस प्रकार किसानों को बार-बार महंगे बीज खरीदने पड़ेंगे । जो फसले इस तकनीक से बनायी जाती है उनमें अंकुरण के लिए आवश्यक जीन निष्कासित कर लिया गया है । बार-बार संकर पौधों का उपयोग होने से पौधों में विभिन्नता समाप्त हो जायेगी तथा एक समान फसल पर महामारी का प्रकोप भी ज्यादा व समान होगा जिससे सारी फसल एक साथ चपेट में आ जायेगी ।
- इसी प्रकार इन प्रयोगों से मिट्टी की उर्वरकता पर भी असर पड़ता है। इनमें से हानिकारक तत्वों के साथ-साथ लाभकारी तत्व भी समाप्त हो जायेंगे । इस प्रकार हम कह सकते हैं कि प्रारम्भ में दिखने वाली सफलता व चकाचौंध के दूरगामी प्रभाव मानव जाति को अत्यधिक नुकसान में पहुँचाने वाले होंगे ।
- संक्षिप्त रूप से हम कह सकते हैं कि जीनीय स्तर पर होने वाली तोड़-मरोड़ परिवर्तन व स्थानान्तर, प्रकृति के साथ खिलवाड़ है इससे प्राकृतिक साम्य बिगड़ सकता है । इसके कारण जीनपूल में परिवर्तन हो सकता है, विषैले पदार्थ निर्मित हो सकते हैं जो कि जनसंख्या पर वितरित प्रभाव दिखा सकते हैं । अगर गलती से भी ऐसा अप्राकृतिक सूक्ष्मजीव उत्पन्न हो जाये जो कि पर्यावरण की दृष्टि से ठीक न हो तो यह गहन चिंता का विषय बन सकता है । इन सब पर नियंत्रण हेतु अन्तर्राष्ट्रीय समिति का गठन किया गया है । इस समिति ने जैव-अभियांत्रिकी प्रयोग, इनके उपयोग व दिशा निर्देश हेतु एक अन्तर्राष्ट्रीय कोड बनाया है जिसका सभी देशों द्वारा पालन किया जा रहा है ।

9.2.4 आनुवंशिकी अभियांत्रिकी का नियमन (Regulation of Genetic Engineering)

आनुवंशिकी अभियांत्रिकी के अन्तर्गत प्रयोगशाला में नित नये प्रयोग किये जा रहे हैं जो कि मानव के लिए लाभप्रद है, किन्तु इससे उत्पन्न संभावित हानियों को भी नजरअंदाज नहीं किया जा सकता, अत: यह आवश्यक है कि इनका प्रयोग अत्यन्त सावधानीपूर्वक किया जाए । इसके संभावित दुष्प्रभाव को देखते हुए अनेक राष्ट्र के वैज्ञानिकों व बुद्धिजीवियों ने इस पर नियंत्रण व नियमन हेतु सुझाव दिये । इस प्रकार जैविक रूप से सीमित प्रयोग करने हेतु दो मुख्य अवधारणाएँ दी गईं जो निम्न प्रकार है :

(1) प्रयोग में लाया जाने वाला सूक्ष्मजीवी प्रयोगशाला से बाहर जीवित बिल्कुल नहीं रहना चाहिए अर्थात् प्रयोगशाला से इसकी जीवित निकासी किसी भी रूप में संभव नहीं होनी चाहिए ।

(2) किसी भी जीव से **पुनर्योगज डी.एन.ए.** अन्य जीव में प्रवेश किये जाने की अनुमति नहीं दी जानी चाहिए ।

उपरोक्त अवधारणाओं को कैलीफोर्निया में हुई **एसीलोमर कॉन्फरेन्स** (Asilomer conference) में प्रबल रूप से समर्थन मिला । इसके पश्चात् सभी देशों में ऐसी समितियों का गठन हुआ जिनका कार्य **डी. एन .ए. रीकोम्बीनेन्ट तकनीक** के सुरक्षित उपयोग व अनुसंधानों में जैविक सीमितता के, तर्कसंगत समावेश को सुनिश्चित करना है । इसके अन्तर्गत अत्यन्त खतरनाक व हानिकारक सूक्ष्मजीवियों के रख-रखाव व आवश्यक स्थितियों व वातावरणीय परिस्थितियों में कार्य करने से संबंधित व्यवस्था के सकारात्मक पहलूओं पर अमल करने की आवश्यकता पर विचारधारा बनायी गयी तथा यह भी समझाया गया कि इन नियमों का कठोरता से पालन किया जाये । फिर इंग्लैंड में हुई बैठक में निम्न सुझाव दिये गये कि :

(1) ऐसे ही विषाणुओं का ही क्लोन बनाने हेतु उपयोग किया जाये जो केन्सर उत्पन्न नहीं कर सकें (non-oncogenic) ।

(2) केन्सर प्रकृति के या अन्य हानिकारक जीन्स की क्लोनिंग किये जाने के प्रभाव को निष्क्रिय करके ही इनके परिणाम देखे जायें ।

(3) पादप पेथोजन (रागकारकों) से डी. एन. ए. पुनर्योजन तकनीक के दुष्परिणाम कम हो सकते हैं, अपेक्षाकृत जन्तु पेथोजन के जो कि प्रयोशाला में बनाये जा रहे हैं। अत: इन पर नियंत्रण आवश्यक हो ।

बोध प्रश्न

1. रेस्ट्रिक्शन एन्जाइम निम्न में से किसके डी.एन.ए. पर क्रिया करता है:
   (अ) जीवाणु
   (ब) शैवाल
   (स) वायरस (विषाणु)
   (द) कवक
2. निम्न में से कौन सा एन्जाइम डी.एन.ए. खण्डों को जोड़ने का कार्य करता है:
   (अ) एन्डोन्यूक्लिएज
   (ब) एक्सोन्यूक्लिएज
   (स) हेलिकेज
   (द) लाइगेज
3. जीन-अभियांत्रिकी के अत्यधिक प्रयोग से वर्तमान में कौन सी समस्याएँ आ सकती है:
   (अ) सामाजिक
   (ब) आर्थिक
   (स) मानसिक
   (द) कोई नहीं
4. निम्न में से आनुवंशिक अभियांत्रिकी के औजार हैं :
   (अ) एन्जाइम
   (ब) वेक्टर

(स) बाह्य डी. एन. ए.

(द) उपरोक्त सभी

5. प्लाज्मिड का आकार होता है :

(अ) सीधा

(ब) गोल

(स) चौकोर

(द) कोई नहीं

6. जीन-कोष किस क्षेत्र के लिए लाभकारी है?

(अ) अपराधिक विज्ञान

(ब) जीव-विज्ञान

(स) चिकित्सा विज्ञान

(द) पादप-विज्ञान

7. आनुवंशिकी पदार्थ में वांछित फेरबदल को संभव करने का श्रेय..... को जाता है ।

8. किसने रिवर्स ट्रांसक्रिप्टेज (Reverse Transcriptase) नामक एन्जाइम की खोज की?

.....

.....

9. आनुवंशिक अभियांत्रिकी के अध्ययन हेतु प्रोकेरियोटिक जीव या कोशिकाओं को ही क्यों आधार बनाया जाता है?

.....

.....

10. वह कौन सा एंजाइम है जो कि एकसूत्रीय डी.एन.ए. (Single Standard DNA) के 5'-3' सिरे पर स्थित नाइट्रोजिनस क्षार युग्म (Nitrogenous base paid) पर क्रिया करके इनका पाचन करते हैं तथा द्विसूत्रीय डी.एन.ए. (Double Strand DNA) पर क्रिया करके इनमें बीच-बीच में रिक्त स्थान (gaps) बना देते हैं?

.....

.....

11. वह कौन सा एंजाइम है जो कि एन्जाइम द्विसूत्रीय डी. एन. ए. के 5'-3' सिरे के अलावा अन्य सभी स्थलों पर अभिक्रिया करके वहां विखंडन करते हैं तथा यह अभिक्रिया डी. एन .ए. के एक सूत्र पर ही सीमित होती है?

.....

.....

12. किस एन्जाइम की खोज डॉ. वर्नर आर्बर तथा डॉ. एच. ओ. स्मिथ व डॉ. नाथन्स ने की थी उन्हें चिकित्सा क्षेत्र में उनकी इस उपलब्धि के लिए नोबल पुरस्कार दिया गया था?

.....

.....

13. कौन से एन्जाइम डी.एन.ए. के संसंजक सिरों पर सह संयोजक बंध बनाकर इसका मुँह बंद (seal) कर देते हैं?

.....

.....

14. कौन प्लाज्मिड के वृत्ताकार डी. एन. .ए. के काटे गये सिरों को परस्पर जोड़ने का कार्य करते हैं?

.....

.....

15. mRNA अणु के वास्तविक प्रतिरूप (true copy) ही..... कहलाते हैं ।

.....

.....

16. किसने HIG को सर्वप्रथम पृथक् किया था?

.....

.....

17. थैलेसीमिया व हीमोफीलिया किस प्रकार के रोग हैं?

.....

.....

9.3 सारांश (Summary)

1. कृत्रिम विधियों के द्वारा बाह्य डी. एन. .ए. को जीवित कोशिकाओं में प्रवेश करा उन्हें स्थापित करने तथा इस प्रकार जीवित कोशिका के आनुवंशिकी संगठन में परिवर्तन करने को आनुवंशिकी अभियांत्रिकी कहते हैं ।
2. आनुवंशिकी अभियांत्रिकी हेतु जीवाणु, विषाणु, यीस्ट इत्यादि एक कोशिकीय जीवों का प्रयोगशाला में उपयोग किया जाता है क्योंकि ये आनुवंशिकी रूप से सरल, छोटे जीवनवृन्त वाले व कम खर्चीले होते हैं ।
3. आनुवंशिक अभियांत्रिकी एक जटिल प्रक्रिया है । प्रयोगशाला में इसकी तकनीकों को काम में लेने के लिए विभिन्न औजार काम में लिए जाते हैं जैसे कि वाहक, एन्जाइम, बाह्य डी.एन. ए. जीन-कोष आदि ।
4. आनुवंशिक अभियांत्रिकी की तकनीक के अन्तर्गत किसी भी प्रोटीन को प्राप्त करने के लिए उससे सम्बन्धित जीन का पता लगा कर उसे प्रोटीन विशेष को कृत्रिम रूप से प्राप्त कर लिया जाता है । इस तकनीक के द्वारा कई महत्वपूर्ण उत्पाद जैसे कि मानव वृद्धि हॉर्मोन, टीके, मानव इन्टरफेरोन जीन, एल्कोहल, एन्टीबायोटिक्स आदि प्राप्त कर लिए जाते हैं जिनका उपयोग मानव जाति के लिए कल्याणकारी सिद्ध हो रहा है ।
5. उपरोक्त सभी के अतिरिक्त अपराध शाखा, आनुवंशिकी परामर्श प्रजाति सुधार आदि में भी आनुवंशिक अभियांत्रिकी का उपयोग लाभकारी हो रहा है ।

6. परन्तु लाभ के साथ -साथ जैव-प्रौद्योगिकी इस शाखा के दुष्परिणामों से भी इन्कार नहीं किया जा सकता क्योंकि प्रयोगों के दौरान इस प्रकार के डी.एन. ए. खंड विकसित हो जायें जिनमें प्रतिरोधकता खत्म हो जाये, वह वृद्धि को रोक दें, या फिर ऐसे रोग उत्पन्न कर दें जिनका इलाज ही संभव न हो तो ऐसे जीन पूरी समिष्टी में फैलकर मानव के लिए अकल्याणकारी सिद्ध हो सकते हैं ।
7. इस प्रकार आनुवंशिक अभियांत्रिकी से होने वाले लाभ व हानियों को देखते हुये यह आवश्यक है कि इसका उपयोग बहुत ही सोचविचार कर सावधानी पूर्वक किया जाये ताकि मानव इससे लाभ तो प्राप्त कर सके, किन्तु इससे उत्पन्न विनाशकारी उत्पादों से स्वयं को बचाये रखे ।

9.4 शब्दावली (Glossary)

जीवाणु (Bacteria) : प्रोकेरियोटिक कोशिका, उदाहरण : ई. कोलाई ।

एन्जाइम (Enzymes) : अभिक्रियाओं को उत्प्रेरित करने हेतु आवश्यक ।

पात्र संवर्धन (In vitro Culture) : प्रयोगशाला में पात्र में संवर्धन या उगाना ।

आनुवंशिक अभियांत्रिकी (Genetic Engineering) : अपनी इच्छानुसार डी. एन. ए. या जीन के अंश में फेरबदल करना।

प्रतिबंधित एन्जाइम (Restriction Enzyme) : न्यूक्लिओटाइड श्रृंखला में विशिष्ट स्थल पहचानकर विखंडन की क्षमता रखने वाले एन्जाइम ।

मानव वृद्धि हॉर्मोन (HGH) : वृद्धि के लिए मानव शरीर में स्रावित होने वाला हॉर्मोन ।

इन्टरफेरोन (Interferon) : प्रोटीन के समूह, ये वायरस संक्रमण से उत्पन्न होते हैं तथा वायरस के प्रभाव को कम करते हैं ।

पुनर्योजन डी. एन. ए. तकनीक (Recombinant DNA Technology) : किसी एक जीव से एक जीन या डी. एन. ए. अंश को पृथक करना तथा अन्य जीन के साथ संयोजित करना ।

9.5 संदर्भ ग्रंथ (Further Readings)

1. प्रतिरक्षा विज्ञान, सूक्ष्मजैविकी एवं जैव : प्रौद्योगिकी के. सी. सोनी
2. जैव-प्रौद्योगिकी की रूपरेखा : डॉ. ए. एल. भाटिया, डॉ. नरेन्द्र जैन, डॉ. के. सी. कोहली
3. प्रतिरक्षा विज्ञान, सूक्ष्मजैविकी, एवं जैव-प्रौद्योगिकी : डॉ. एस. के. शर्मा, डॉ. एस. सी. द्विवेदी

9.6 बोध प्रश्नों के उत्तर (Answer to Self Assessment Questions)

1. (स) 2. (द) 3. (अ) 4. (द) 5. (ब)
6. (स)
7. वर्नर आर्बर (Werner Arber) तथा हेमिल्टन स्मिथ (Hamilton Smith)
8. हावर्ड टेमिन (haward Temin) व डेविड बाल्टीमोर (David Baltimore) ने
9. इसका कारण ये जीव अपेक्षाकृत सरल होते हैं ।