अध्याय – 9
पादप जैव प्रौद्योगिकी
(Plant Biotechnology)

9.1. परिचय :

आपने पिछले अध्यायों में जीव विज्ञान की कई शाखाओं जैसे कोशिका विज्ञान, आनुवंशिकी, पादप प्रजनन आदि के बारे में अध्ययन किया है। इन जीव विज्ञान की शाखाओं से जीवों के लैंगिक व अलैंगिक जनन, लक्षणों की वंशागति व विविधता के ज्ञान से जीव जन्तुओं व पादपों में विकास व सुधार कर मानव के लिए उपयोगी उत्पाद प्राप्त किया जाता रहा है। इसी प्रकार कृषि में फसलों के सुधार के लिए परम्परागत विधियों का उपयोग किया जाता है। परन्तु इन फसलों के सुधार कार्यक्रमों में वांछित गुणों के साथ साथ अवांछित गुणों का भी समावेश व गुणन हो जाता है। इसी प्रकार किसी विशेष वांछित गुण को पादपों में अल्प समय में समावेश कराकर उसका उपयोग इन जीव विज्ञान की शाखाओं से सम्भव नहीं है। उदाहरण के तौर पर, क्या नाइट्रोजन स्थिरीकरण हेतु 'Nif' जीन को अनाज वाली फसलों में प्रविष्ट कराया जा सकता है ? इन उपरोक्त बातों का उत्तर जीव विज्ञान की एक नई शाखा जैव प्रौद्योगिकी में संभव है।

जैव प्रौद्योगिकी (बायोटेक्नोलोजी) शब्द की उत्पत्ति 'बायोलोजी' (जीव विज्ञान) एवं 'टेक्नोलोजी' (तकनीकी) शब्दों को आपस में जोडने से हुई है। जैविक कारकों, जैसे सूक्ष्म जीवों (Micro-organism), जन्तु एवं पादप कोशिकाओं अथवा उनके अवयवों, के नियंत्रित उपयोग से मानव के लिए उपयोगी उत्पादों या सेवाओं का उत्पादन जैव प्रौद्योगिकी है।

जैव प्रौद्योगिकी में उन जैविक तकनीकों का वर्णन मिलता है जिसमें जीवधारियों या उनसे प्राप्त एन्जाइमों का उपयोग करते हुए मनुष्य के लिए उपयोगी उत्पाद या प्रक्रमों का विकास किया जाता है। जैव प्रौद्योगिकी शब्द नया अवश्य है परन्तु प्रक्रिया अत्यन्त प्राचीन है। ईसा पूर्व 5000 वर्षो से पहले भी मनुष्य सूक्ष्म जीवों की सहायता से शराब, सिरका, दही का उत्पादन करता रहा है।

सूक्ष्मजीवों के उपयोग से बड़े पैमाने पर प्रथम विश्वयुद्ध के दौरान जर्मनी में ग्लिसरॉल उत्पादन की विधि का विकास किया गया। इसी प्रकार ब्रिटेन ने *क्लास्ट्रीडियम एसिटोब्यूटाइलिकम (Clostridium acetobutylicum)* के द्वारा एसीटोन–ब्यूटेनाल उत्पादन की विधि विकसित की। प्रथम विश्वयुद्ध के बाद इटली में *एस्पर्जिलस नाइजर (Aspergillus niger)* द्वारा सिट्रिक अम्ल के औद्योगिक उत्पादन को प्रोत्साहन मिला। द्वितीय विश्वयुद्ध के दौरान *पेनिसिलीयम नोटेटम (Penicillium notatum)* द्वारा पेनिसिलीन के व्यापारिक उत्पादन की शुरूआत हुई। यह कहा जाता है कि "आवश्यकता आविष्कार की जननी है", यह बात प्रथम व द्वितीय विश्वयुद्ध के दौरान सूक्ष्मजीवों के उत्पादन से चरितार्थ होती है। अतः ये सब एक प्रकार से जैव प्रौद्योगिकी का परिणाम है।

1970 में पुनर्योजी डी.एन.ए (recombinant DNA) तकनीक विकसित की गई। इस तकनीक के उपयोग से बहुत से पुनर्योजी जीव तथा पुनर्योजी प्रोटीन्स उत्पादित किये जा चुके हैं। उदाहरण के तौर पर *ई.कोली (Escherichia coli)* के पुनर्योजी प्रभेद से मानव इन्सुलिन का उत्पादन किया जा चुका है। पुनर्योजी डीएनए तकनीक का अध्ययन जीन अभियांत्रिकी के अन्तर्गत किया जाता हैं। जीन अभियांत्रिकी पर आधारित आधुनिक तकनीकें आधुनिक जैव प्रौद्योगिकी में शामिल की जाती है। इस प्रकार आगे चलकर अनेक तकनीकों का समावेश जैव प्रौद्योगिकी में किया गया। पात्रे (इन वीट्रो) निषेचन द्वारा परखनली शिशु का निर्माण, जीन का संश्लेषण एवं उपयोग, डीएनए टीका का निर्माण या दोषयुक्त जीन का सुधार, ये सभी आधुनिक जैव प्रौद्योगिक के उदाहरण हैं।

यूरोपीय जैव प्रौधोगिकी संघ (इ.एफ.बी.) द्वारा दी गई जैव प्रौद्योगिकी की परिभाषा निम्न हैं– 'नये उत्पादों तथा सेवाओं के लिए। प्राकृतिक विज्ञान व जीवों' कोशिकाओं व इसके अंग तथा आणविक अनुरूपों का समायोजन।

जैव प्रौद्योगिकी ने मावन जीवन के सभी पहलुओं को प्रभावित किया है। इस बहुमुखी विषय के क्रिया–क्षेत्र का विस्तार पर्यावरण, चिकित्सा, औद्योगिक, जन्तु, कृषि व पादप जैव प्रौद्योगिकी हैं। यहाँ पर आप केवल पादप जैव प्रौद्योगिकी का अर्थ तथा फसल सुधार में योगदान के बारे में अध्ययन करेंगे।

पादप कोशिकाओं, ऊत्तकों एवं अंगों के उपयोग से उपयोगी उत्पाद एवं सेवाओं की प्राप्ति पादप जैव प्रौद्योगिकी कहलाती हैं। इन उद्देश्यों की पूर्ति के लिए या तो इन कोशिकाओं आदि को लगातार पात्रे (in vitro) संवर्धन

करते हैं, अथवा उनका पात्रे संवर्धन केवल सम्पूर्ण पौधों की प्राप्ति के उद्देश्य से किया जाता है। अतः पादप ऊतक संवर्धन पादप जैव प्रौद्योगिकी का अभिन्न अंग माना गया है।

भारतवर्ष में 1970 के दशक में हरित क्रांति के कारण खाद्यान्न के उत्पादन में काफी वृद्धि हुई। खाद्यान्न उत्पादन में अधिक वृद्धि का प्रमुख कारण फसलों की उन्नत किस्मों का उपयोग था। इसके अलावा कृष्य क्षेत्र में बढ़ोतरी तथा उन्नत कृषि विधियों का उपयोग अन्य कारण थे। लेकिन इस वृद्धि के बावजूद हमारे विकासशील देश की बढ़ती जनसंख्या की खाद्यान्न आपूर्ति पूरी नहीं की जा सकती। कृष्य क्षेत्र में बढ़ोतरी एक सीमा तक की जा सकती है। इसके अलावा उन्नत कृषि विधियों में अधिक उर्वरकों, कीटनाशों व फफूंदनाशियों के प्रयोग से खाद्यान्न उत्पादन की गुणवत्ता, पर्यावरण व भूमि की उत्पादकता पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ा है। इस प्रकार रसायन आधारित कृषि के विकल्प के रूप में कार्बनिक कृषि तथा पारजीनी फसल आधारित कृषि का समावेश करके खाद्यान्न उत्पादन बढ़ाया जा सकता है तथा पर्यावरण पर पड़ने वाले प्रतिकूल प्रभावों को भी घटाया जा सकता है।

फसल उत्पादन के लिए पादप जैव प्रौद्योगिकी में कई तकनीकों का समावेश किया गया है जिनसे उत्पादन सम्बन्धित कई उद्देश्यों की पूर्ति संभव है। पादप जैव प्रौद्योगिकी में काम आने वाली तकनीकों का विवरण नीचे दिया गया है।

9.2. पादप जैव प्रौद्योगिकी तकनीकें :

9.2.1. पादप ऊतक संवर्धन :

कोशिका संवर्धन, कैलस संवर्धन, तथा पादप अंग संवर्धन (परागकोष संवर्धन, पराग संवर्धन, अण्डाशय संवर्धन, भ्रूण संवर्धन तथा विभज्योतक ऊतक संवर्धन जो कि मूलाग्र व प्ररोहग्र में पाये जाते हैं) रखे गये हैं।

9.2.2. आनुवंशिकी अभियांत्रिकी :

किसी वांछित जीन को संबंधित जीव में से विलग कर, उसे किसी उपयुक्त वाहक (Vector) में समाकलित करने के बाद उसका किसी अन्य जीव में स्थानान्तरण, जिससे वांछित जीन की बहुत सी प्रतियां प्राप्त हो सकें, अथवा वांछित जीन की नए जीव में अभिव्यक्ति हो सके।

9.3. पादप जैव प्रौद्योगिकी के फसल सुधार में उद्देश्य :

पादप जैव प्रौद्योगिकी के फसल उत्पादन के मात्रात्मक एवं गुणात्मक सुधार से सम्बन्धित उद्देश्य निम्न हैं :

(i) जैव रसायन उत्पादन।
(ii) त्वरित क्लोनीय गुणन।
(iii) वाइरस निष्कासन।
(iv) अगुणित पौधों के उत्पादन द्वारा समयुग्मज लाइनों की शीघ्र प्राप्ति।
(v) साधारण तकनीकों से अप्राप्य अंतराजातिय संकरों का उत्पादन (कायिक संकरण) अथवा ऐसे संकरों को बचाना (भ्रूण सवर्धन)।
(vi) जनन द्रव्य संरक्षण (मुख्य रूप से, कायिक प्रवर्धित पौधों में)।
(vii) पौधों का आनुवंशिक सुधार (कायिक क्लोनीय विविधता, कायिक संकरण तथा जीन स्थानान्तरण) एवं
(viii) जीनोम चित्रण।

9.4. पादप जैव प्रौद्योगिकी की उपलब्धियाँ :

उपरोक्त वर्णित पादप जैव प्रौद्योगिकी तकनीकों से फसल उत्पादन के सभी उद्देश्यों की पूर्ति सम्भव हुई है तथा आगे भी इसमें सुधार की प्रचुर सम्भावनाएं हैं। पादप जैव प्रोद्योगिकी से फसलों के जिन गुणात्मक एवं मात्रात्मक लक्षणों में सुधार हुए है उनमें से कुछ का विवरण यहाँ दिया जा रहा है।

विभज्योतक ऊतकों के पात्रे संवर्धन तकनीक द्वारा कायिक या वानस्पतिक प्रवर्धन को सूक्ष्मप्रवर्धन (Micropropagation) कहा जाता है क्योंकि इस विधि में बहुत छोटे उत्तम कर्त्तोतकों (Explants) का उपयोग करके कम समय में उत्तम छोटे पौधे प्राप्त किये जा सकते हैं। चूंकि ये छोटे उत्तम पौधे ऊतक संवर्धन प्रयोगशालाओं एवं विश्वसनीय ग्रीनहाउस में तैयार किये जाते हैं। इन पौधों की आपूर्ति किसानों को कर दी जाती है तथा इनसे फसल उगाकर अच्छा उत्पादन लिया जा सकता है। भारत वर्ष में सूक्ष्मप्रवर्धन का व्यापक स्तर पर उपयोग हो रहा है। इसमें मुख्य रूप से अलंकारिक पौधे, फलों (केला आदि), मसालों (इलायची) तथा गन्ने का प्रवर्धन किया जाता है। इस विधि में कम स्थान व कम समय में स्वच्छ, स्वस्थ व रोगजनकों से मुक्त पौधे प्राप्त करते हैं।

कई फसलों के पौधों की कोशिकाओं का पात्रे संवर्धन करने पर प्राप्त पौधों या इन पौधों की संततियों में उपस्थित आनुवंशिक विविधता को कायिक क्लोनीय विविधता

कहते है। ऊतक संवर्धन से प्राप्त पौधों की संततियों के गुणात्मक तथा मात्रात्मक दोनों ही प्रकार के लक्षणों में विविधता का उपयोग रोगी रोधी परिवर्तन, प्रतिबल रोधी उत्परिवर्ती प्राप्त किये गये है। इसी प्रकार उपज एवं उपज सम्बन्धी लक्षणों में सुधार कर कई किस्मों का विकास किया गया है जिनमें से कुछ निम्न हैं : 'ओनो' (Ono ; गन्ने की किस्म 'पिंडार' से प्राप्त फिजी रोगरोधी कायिक क्लोन); स्कार्लेट (Scarlet ; शकरकंद की किस्म जिसके कंद अधिक गाढ़े एवं स्थिर रंग के); रोबर्स लेमन रोज (Robers Lemon Rose; 'वेल्वेट रोज' नामक जिरैनियम की किस्म से क्रोमोसोम द्विगुणन से उत्पन्न कायिक क्लोन); सिग्मा (रिजंका की किस्म जिसमें अधिक उपज व रोगरोधिता); पूसा जय किसान (*ब्रैसिका जंसिया* की किस्म वरूणा का कायिक क्लोन; बड़े बीज एवं अधिक उपज) आदि।

अगुणित पौधों की प्राप्ति बडे पैमाने पर परागकोष संवर्धन, अण्डाशय संवर्धन एवं अन्तराजातीय संकरण से प्राप्त भ्रूण संवर्धन से की जा सकती है। इस प्रकार अगुणित पौधों का कोल्चिसीन नामक रसायन से गुणसूत्रों का द्विगणन कर गेहूँ, धान व जौ में चीन, जापान, कनाडा देशों में किस्में विकसित की गई। लेकिन भारत में इस विधि से कोई किस्म विकसित नहीं की जा सकी है।

किसी जाति एवं उसकी सम्बन्धित जातियों में उपस्थित सभी जीनों को उस जाति का जननद्रव्य कहा जाता है। पारंपरिक विधि में जननद्रव्य का संरक्षण / भण्डारण बीजों के रूप में करते हैं किन्तु कई जातियाँ अलैंगिक जननिक होती है अथवा उनके बीज अल्प आयु के तथा बहुत मुश्किल से बहुत कम अंकुरण करने वाले होते हैं। ऐसी जातियों के जननद्रव्य संग्रहो का भण्डारण निम्न विधियों से कर सकते हैं : (1) हिमीकृत संरक्षण, (2) मंद–वृद्धि संवर्धन, (3) शुष्क कायिक भ्रूण या कृत्रिम बीज एवं (4) डीएनए क्लोन। हिमीकृत संरक्षण में कोशिकाओं, प्ररोहाग्रों, भ्रूणों, कायिक भ्रूण आदि का भण्डारण -196^0 सेन्टिग्रेड पर द्रव नाइट्रोजन में करते हैं। मंद–वृद्धि सवंर्धन विधि में प्ररोह संवर्धनों को निम्न ताप (4^0–9^0 सेन्टिग्रेड अथवा 15^0–20^0 सेन्टिग्रेड), अल्प पोषक, उच्च परासरणी सांद्रता अथवा वृद्धि मंदकों की सहायता से मंद वृद्धि अवस्था में बनाए रखते हैं। डीएनए क्लोन विधि के अनुसार डीएनए खण्डों को कोस्मिड, फाज्मिड या खमीर कृत्रिम गुणसूत्रों के पुनर्योगज डीएनए के रूप में संरक्षित कर सकते हैं। इस प्रकार फसलों के जननद्रव्य को भण्डारण से भविष्य में आवश्यकतानुसार विभिन्न अध्ययनों व विकास गतिविधियों में काम लिया जा सकता है।

फसलों में आनुवंशिक सुधार आनुवंशिक अभियांत्रिकी विधि से किया जा सकता है। आनुवंशिक अभियांत्रिकी या पुनर्योगज डीएनए तकनीक द्वारा जीन स्थानान्तरण किये जाते हैं, जिनसे आनुवंशिक विविधता उत्पन्न होती है। जिन पौधों में आनुवंशिक अभियांत्रिकी द्वारा कोई जीन स्थानान्तरित किया गया हो; यह जीन इन पौधों के गुणसूत्रों में समाकलित होता है, पारजीन पौधे कहलाते हैं। पारजीन पौधों का फसल सुधार में महत्त्व निम्न प्रकार से है :

(i) कीट, रोग व वाइरस के लिए रोधिता के जीनों के स्थानान्तरण से कीट, रोग और वाइरस रोधी पौधे उत्पादित किया जाना।

(ii) जीन स्थानान्तरणों से प्रोटीन, वसा आदि की गुणवत्ता में सुधार किया जा सकता है।

(iii) पारजीनी पौधों में किसी रोगजनक के प्रतिजनी प्रोटीन कोडित करने वाले जीन की अभिव्यक्ति कर सकते हैं। इन पौधों के उत्पादों को टीकों के रूप में उपयोग कर सकते हैं।

(iv) अजैव प्रतिबलों (ठंडा, सूखा, लवण व ताप) के प्रति अधिक सहिष्णु फसलों का निर्माण करना।

(v) फसलों में कटाई उपरान्त होने वाले नुकसानों को कम करने में सहायक होते हैं।

(vi) पौधों द्वारा उर्वरक उपयोग क्षमता में वृद्धि करना।

कृषि के लिए कुछ पारजीनी किस्में जिनका फसल उत्पादन में अच्छा योगदान रहा है, ये निम्न प्रकार से है :

(i) **बी.टी. कपास** : *बेसीलस थुरिन्जीएन्सिस* जीवाणु से कीटनाशी प्रोटीन बनाने वाले जीन कपास में स्थानान्तरित कर बी.टी. कपास बनाया गया। इस कपास में गुलाबी लाल सड़न कीड़ा नहीं लगता है जिससे उपज में वृद्धि होती है।

(ii) **फ्लेवर सेवर** : यह टमाटर की पारजीन किस्म है। इस किस्म के फलों का लम्बी अवधि तक न गलने का लक्षण पाया जाता है।

(iii) **सुनहरा चावल** : इसमें प्रोविटामिन ए या बीटा–कैरोटीन की पर्याप्त मात्रा उपस्थित होती है।

(iv) **पारजीन मक्का** : मक्का की यील्डगार्ड किस्म जिसमें योरोपीय मक्का छेदक रोधिता पाई जाती है।

सारांश

जैव प्रौद्योगिकी जीव विज्ञान की एक नवीनतम शाखा है। सूक्ष्मजीवों, जन्तु एवं पादप कोशिकाओं अथवा उनके अवयवों के नियंत्रित उपयोग करते हुए मानव के लिए कई उपयोगी उत्पादों या सेवाओं का उत्पादन हो चुका है। जैव प्रौद्योगिकी के विविध क्रिया–क्षेत्रों ने मानव जीवन को प्रभावित किया है। सूक्ष्मजीवों के उपयोग से ग्लिसरोल, एसीटोन–ब्यूटेनाल, सिट्रिक अम्ल व पेनिसिलीन का बड़े पैमाने पर उत्पादन हुआ।

पादप जैव प्रौद्योगिकी की उपयोगी तकनीकों में पादप ऊतक संवर्धन व आनुवंशिकी अभियांत्रिकी है जो कि फसल उत्पादन के सभी उद्देश्यों को पूरा करती है। पादप ऊतक संवर्धन की सूक्ष्मप्रवर्धन तकनीक का उपयोग केला व गन्ना में व्यापारिक स्तर पर हो रहा है। पादप ऊतक संवर्धन द्वारा उत्पन्न कायिक क्लोनल विविधता के उपयोग से फसलों के गुणात्मक व मात्रात्मक लक्षणों में सुधार कर कई नई किस्मों का विकास किया गया है। पादप जैव प्रौद्योगिकी में कायिक प्रवर्धित फसलों का जनन द्रव्य संरक्षण भविष्य की विभिन्न अध्ययनों व विकास गतिविधियों की आवश्यकताओं की पूर्ति करता है।

पारजीनी पौधों का निर्माण एक या एक से अधिक जीन का, एक जीव से दूसरे जीव में स्थानान्तरण की प्राकृतिक विधि के अतिरिक्त पुनर्योगज डीएनए प्रौद्योगिकी का उपयोग करते हुए किया गया है। पारजीनी पौधों का उपयोग फसल उत्पादन बढ़ाने, पश्च फसल उत्पाद नुकसान में कमी व फसलों का प्रतिबन्धों के प्रति अधिक सहनशील बनाने में अत्यन्त उपयोगी है। कई फसलों में पारजीनी पौधें विकसित किए गए है जिनका खाद्य पौष्टिक स्तर काफी उन्नत है तथा रासायनिक कीटनाशकों पर निर्भरता काफी कम है।

प्रश्न :

1. उस सूक्ष्मजीव का नाम बताइये जिससे सिट्रिक अम्ल का औद्योगिक स्तर पर उत्पादन होता है।
   (क) *क्लास्ट्रीडियम एसिटोब्यूटाइलिकम*
   (ख) *एस्पर्जिलस नाइजर*
   (ग) *पेनिसिलीयम नोटेटम*
   (घ) *ई. कोली*
2. पादप जैव प्रौद्योगिकी की परिभाषा लिखिए।
3. आनुवंशिक अभियांत्रिकी किसे कहते हैं?
4. सूक्ष्मप्रवर्धन किसे कहते हैं? संक्षिप्त में इसके उपयोग लिखिये।
5. जननद्रव्य भण्डारण की कौन–कौन सी विधियां हैं? संक्षिप्त में लिखिए।
6. पादप जैव प्रौद्योगिकी के फसल उत्पादन सुधार से सम्बन्धित उद्देश्य बताइये।
7. पारजीनी पौधों का महत्त्व लिखिए।
8. कायिक क्लोनीय विविधता क्या है? यह पादप जैव प्रौद्योगिकी में किस प्रकार लाभदायक सिद्ध हुई? बताइये।