



# एग्री आर्टिकल्स

(कृषि लेखों के लिए ई-पत्रिका)

वर्ष: 04, अंक: 06 (नवंबर-दिसंबर, 2024)

[www.agriarticles.com](http://www.agriarticles.com) पर ऑनलाइन उपलब्ध

© एग्री आर्टिकल्स, आई. एस. एस. एन.: 2582-9882

## कृषि में सूक्ष्मजीव: उर्वरता, रोग नियंत्रण और उपज वृद्धि

(नाज़िया मंज़र, शैलेश कुमार विश्वकर्मा एवं अभिजीत शंकर कश्यप)

प्लांट पैथोलॉजी लैब, आईसीएआर-नेशनल ब्यूरो ऑफ एग्रीकल्चरली इंपोर्टेंट माइक्रोऑर्गेनिज़्मस,

मऊनाथ भंजन, भारत

संवादी लेखक का ईमेल पता: [naziamanzar786@gmail.com](mailto:naziamanzar786@gmail.com)

इस पृथ्वी पर मौजूद सभी जीव जंतु किसी न किसी प्रकार से एक-दूसरे से जुड़े हुए हैं। सभी जीव एक-दूसरे पर निर्भर हैं। सूक्ष्मजीव इस जीव जगत की एक महत्वपूर्ण इकाई हैं। सूक्ष्म जीवों को हम अपनी नग्न आंखों से नहीं देख सकते। किन्तु विज्ञान ने विशिष्ट उपकरणों एवं विभिन्न प्रयोगों के माध्यम से सूक्ष्म जीवों और इनकी उपयोगिता के बारे में बहुत कुछ जाना है। हम कैसे इन सूक्ष्म जीवों का कृषि में बेहतर इस्तेमाल इस विषय पर बहुत सा शोध कार्य किया जा चुका है। जल, थल और वायु आदि, हर प्रकार के पारिस्थिति तंत्र में सूक्ष्म जीव पाए जाते हैं। ये सूक्ष्म जीव लगभग प्रत्येक जीव के शरीर तथा विशेषकर पाचन तंत्र में भी पाए जाते हैं। सूक्ष्म जीव पेट में बहुत से ऐसे पदार्थों को पचाते हैं जिन्हें पाचन तंत्र स्वयं से नहीं पचा सकता। साथ ही ये बहुत से आवश्यक रासायनिक तत्वों का निर्माण और ख़ाव करते हैं जो हमारे शरीर को स्वस्थ रखने के लिए अति आवश्यक होते हैं। इसी तरह भूमि में भी अगणित सूक्ष्म जीव उपस्थित हैं, जो भूमि की उर्वरता तथा फसल की बेहतर पैदावार के बहुत जरूरी होते हैं। जैव पदार्थों के सड़ने से ही ह्यूमस बनता है और यह काम भूमि में रहने वाले अनंत करोड़ सूक्ष्म जीव ही करते हैं। मिट्टी में सूक्ष्मजीव सीधे तौर पर पोषक तत्वों, विशेषकर कार्बन, नाइट्रोजन, फॉस्फोरस और सल्फर के पुनर्चक्रण से जुड़े होते हैं। बैक्टीरिया और कवक सूक्ष्मजीवों का एक प्रमुख वर्ग है जो मिट्टी को स्वस्थ और उत्पादक बनाए रखते हैं। मृदा तथा पौधों की जड़ और उनके अन्दर उपस्थित सूक्ष्मजीव समुदाय पोषक पौधे को लाभ प्रदान करते हैं, जिसमें पौधे के विकास में बढ़ावा, पोषक तत्वों का अवशोषण, तनाव सहनशीलता और रोगजनक और रोग प्रतिरोधक प्रमुख लाभ शामिल हैं। सामान्यतः कृषि में प्रयुक्त सूक्ष्मजीवों में राइजोबियम, माइकोराइजा, एजोस्पाइरिलम, बैसिलस, सूडोमोनास, ट्राइकोडर्मा, स्ट्रेप्टोमाइसीज एवं अन्य कई सूक्ष्मजीव इत्यादि प्रजातियाँ शामिल हैं। कई जीवाणु और कवक अपनी वायवीय नाइट्रोजन के स्थिरीकरण के लिए जाने जाते हैं। एज़ोटोबैक्टर, बैसिलस, क्लोस्ट्रीडियम और क्लेबसिएला स्वतंत्र-अवस्था में नाइट्रोजन स्थिरीकरण करते हैं। एज़ोस्परिलम की प्रजातियाँ कई कृषि संबंधी महत्वपूर्ण अनाज की फसलों जैसे चावल, गेहूँ, मक्का, जई और जौ की जड़ों के साथ घनिष्ठ संबंध बनाने में सक्षम हैं। ये जीवाणु पोषक पौधों की जड़ों में रहते हुए नाइट्रोजन को भरी मात्रा में स्थिर करते हैं। राइजोबियम या ब्रैडीराइजोबियम बैक्टीरिया पोषक पौधे की जड़ प्रणाली में निवास करते हैं और जड़ों में बैक्टीरिया को रखने के लिए गांठें बनाते हैं एवं पौधे के लिए आवश्यक नाइट्रोजन का स्थिरीकरण करते हैं। आर्बुस्कुलर माइकोराइजा कवक पौधों की जड़ों के साथ बहुत व्यापक स्तर पर संबंध स्थापित करते हैं। ये कवक पौधों की जड़ों की अंदरूनी सतह पर पनपते हैं तथा इनसे निकले वाले तंतु आसपास की मिट्टी में फैल जाते हैं, जिससे माइसेलियम का व्यापक तंतुजाल बन जाता है।

यह तंतुजाल पौधे की जड़ों को अवशोषण की अद्भुत क्षमता प्रदान करते हैं। इस प्रकार यह फॉस्फोरस, नाइट्रोजन, जिंक आदि पोषक तत्वों के अवशोषण को बढ़ाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

पादप विकास में सहायक बैक्टीरिया पौधे, शाखा एवं जड़ों के विकास को बढ़ावा देते हैं जिन्हें कि आमतौर पर PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) से संदर्भित किया जाता है। बैक्टीरिया की एक विविध सारणी जैसे: सुडोमोनस, एजोटोबैक्टर एवं एकटीनोमाईसिटीज इत्यादि और एसपरजिलस तथा पेनिसिलियम जैसे कवक मिट्टी में फास्फोरस की घुलनशीलता को बढ़ाकर पौधों के लिए उपलब्ध रूप में प्रदान करने के साथ-साथ इसका खनिजीकरण करने में सक्षम होते हैं। अतः मृदा में उपलब्ध फास्फोरस के इस सीमित मात्रा का सदुपयोग करने के लिए इन्हें जैव उर्वरक के रूप में प्रयोग करके अत्यधिक लाभ उठाया जा सकता है।

बैक्टीरिया, कवक एवं एकटीनोबैक्टीरिया की प्रमुख प्रजातियाँ पादप मूल रोग के रोकथाम के लिए जैव-नियंत्रक के रूप में कार्य कर सकते हैं। कृषि एवं बागवानी फसलों में रोग नियंत्रण हेतु कई बैक्टीरिया तथा कवक के टीके के फारमुलेशन बाजार में उपलब्ध हैं। मृदाजन्य पादप रोगों के जैव-नियंत्रण हेतु सूक्ष्मजीवों के प्रयोग में कई चुनौतियों का सामना करना पड़ता है जैसे जीवित रहने की दर का कम होना, परिवर्ती मूल उपनिवेशन एवं प्राकृतिक वातावरण के प्रति अनुकूलता में कमी होना इत्यादि। जैव-नियंत्रक की सफलता उनकी इस क्षमता पर निर्भर करती है जिसमें वे प्रभावी जैव-नियंत्रण प्रदान करने हेतु पर्याप्त आबादी बनाये रखे, मूलक्षेत्र में उस अवधि की लंबाई को बढ़ाएं जिसके दौरान सीमा जनसंख्या घनत्व में निरंतरता बनी रहे एवं प्रयुक्त राइजोबैक्टीरिया द्वारा रोग नियंत्रण के परिणाम में वृद्धि हो सके। जैव नियंत्रक जीवाणुओं का आमतौर पर प्रति जीवाणु विकिकरण क्षमता का परीक्षण किया जाता है जो स्थानीय जीवाणुओं की विरोधात्मक रवन परभक्षी प्रवृत्ति, परपरजीविता एवं प्रतिस्पर्धा से उत्पन्न होती है। यद्यपि जो जीवाणुओं रोगों और कीटों में दैहिक प्रतिरोध को प्रेरित करते हैं उन्हीं में प्रतिकूल परिस्थितियों में सफल रहने की क्षमता सबसे ज्यादा होती है। सूक्ष्मजीवाणुओं की विविधता, रोगजनक जीवाणु और संक्रमण में कमी, पौध-वृद्धि उत्प्रेरक और दैहिक प्रतिरोध को प्रेरित करती है जिसके कारण कई क्षेत्रों की मिट्टी में रोग जीवाणु, मेजबान पौधों और अनुकूल जलवायु की उपस्थिति में भी रोग की गंभीरता को कम कर देती है।

#### कृषि में लाभप्रद सूक्ष्मजीव:

**माइकोराइजा:** दुनिया के 90% से अधिक पौधों की जड़ों में माइकोराइजा सहजीवी के तौर में पाए जाते हैं। इनसे पौधों को मिलने वाले लाभ पौधे के प्रकार तथा आपसी निर्भरता पर निर्भर होता है। सबसे प्रसिद्ध और शायद सबसे आम माइकोराइजल सहजीवन में अर्बुस्कुलर माइकोराइजा (कई फसल प्रजातियाँ) और एक्टोमाइकोराइजा (काष्ठ पादप प्रजातियाँ; ज्यादातर पेड़ और झाड़ी प्रजातियाँ) शामिल हैं। पौधों के उत्पादन में माइकोराइजा की सकारात्मक भूमिका विभिन्न शोध कार्यों द्वारा अच्छी तरह से जाँची जा चुकी है, विशेष रूप से पौधों में वृद्धि और उपज वृद्धि के कई मामलों के साथ। सहजीवी माइकोरिज़ल के अन्य लाभ रोगजनकों के खिलाफ बड़ी हुई सुरक्षा, प्रदूषकों के प्रति बेहतर सहनशीलता और पानी की कमी या अधिकता से होने वाले पौधे में तनाव, उच्च मिट्टी के तापमान, प्रतिकूल मिट्टी की अम्लता या क्षारीयता और प्रत्यारोपण के फलस्वरूप पौधे में होने वाले तनाव के प्रति अधिक प्रतिरोध हैं। हालाँकि, अर्बुस्कुलर माइकोराइजा की खेती करने और किफायती कीमतों पर पर्याप्त इनोकुला का उत्पादन करने में कठिनाई के कारण। माइकोराइजा को भूमि बहाली और सुधार के प्रयास, और नर्सरी में पेड़ों और फसल के पौधों की सुरक्षा के लिए सबसे व्यावहारिक विकल्प के तौर पे माना जा रहा है।

**राइजोबिया:** कृषि उत्पादन में राइजोबियासी जीवाणु परिवार की छह प्रजातियों की भूमिका को भी अच्छी तरह से परखा गया है। राइजोबिया के साथ उपज में वृद्धि के बहुत से उदाहरण सामने आए हैं। राइजोबिया पौधे की जड़ों को संक्रमित करता है, जहां नाइट्रोजन स्थिरीकरण होता है वहां गांठें बनाता है, जिससे पौधे को उसके विकास के लिए आवश्यक अधिकांश नाइट्रोजन मिलता है। दलहनी फसलों की जड़ों में कुशल सहजीवन करने वाले राइजोबिया प्रति हेक्टेयर प्रतिवर्ष ५१-३०० किलोग्राम तक नाइट्रोजन स्थिरीकरण कर सकते हैं। इसमें से कुछ नाइट्रोजन पौधों की वृद्धि के दौरान जड़ों द्वारा मिट्टी में मिला दिया जाता है, हालांकि अधिकांश पौधे के ऊतकों में रहता है और अपघटन के द्वारा आगामी फसलों या अंतरफसल के लाभ के लिए जारी किया जाता है।

**पौधों की वृद्धि को बढ़ावा देने वाले अन्य बैक्टीरिया:** पौधे के विकास को बढ़ावा देने वाले अन्य बहुत से बैक्टीरिया ज्ञात हुए हैं जो पौधे की जड़ों या पौधे के अन्य भागों में पाए जाते हैं। ये बैक्टीरिया प्रत्यक्ष विकास संवर्धन (हार्मोनल प्रभाव), प्रेरित प्रतिरोध, खनिजकरण, भोज्य पदार्थों के लिए प्रतियोगिता, रोगाणु का बहिष्करण, आसपास की मिट्टी के विषहरण और एंटीबायोटिक दवाओं, एंजाइम, साइनाइड विष और विभिन्न तरह के रसायनों के निर्माण एवं स्राव माध्यम से पौधों की वृद्धि को प्रभावित करते हैं। कई जीवाणु प्रजातियों का उपयोग पौधों के विकास को बढ़ावा देने वाले के रूप में किया गया है, जिनमें स्यूडोमोनैड्स (उदा०-स्यूडोमोनस फ्लोरेसेंस, पी. पुटैदा), बेसिली (उदा०-बैसिलस सबटिलिस, बी. सेरेस, बी. सर्कुलन्स) और अन्य उदाहरण जैसे कि सेराटिया मार्सेसेन्स, फ्लेवोबैक्टीरियम अल्कालिजेन्स, एग्रोबैक्टीरियम रेडियोबैक्टर। इनमें से, संभवतः सबसे सफल एग्रोबैक्टीरियम रेडियोबैक्टर हैं, जिनका उपयोग कई पौधों के परिवारों पर 'क्राउन गाल' को नियंत्रित करने के लिए किया जाता है, बैसिलस सबटिलिस का उपयोग राइजोक्टोनिया सोलानी संक्रमण (अनाज की जड़ सड़न) को दबाने के लिए किया जाता है और विभिन्न बैक्टीरिया ज्यादातर बैसिलस-आधारित) को उपज में सुधार करने वाले बैक्टीरिया के तौर पर किया जाता है। संभवतः इन तकनीकों के अधिक व्यापक उपयोग की मुख्य सीमा पीजीपीबी और मेजबान पौधे और स्वदेशी मिट्टी माइक्रोफ्लोरा के बीच बातचीत की खराब समझ है। इन घटनाओं की बेहतर समझ से टीकाकरण के प्रभावों और इसके संभावित लाभों की अधिक सटीक भविष्यवाणी की जा सकेगी।

**जैवनियंत्रक कवक:** कवक परिवार के कई सदस्यों का उपयोग पौधों के कवक रोगों और कीट के जैव नियंत्रण के लिए बड़े पैमाने पर किया गया है। राइजोक्टोनिया, फ्यूसेरियम, ट्राइकोडर्मा के विभिन्न गैर रोगजनक (सैप्रोफाइटिक) उपभेदों का उपयोग रोगजनक कवक (उदाहरण के लिए, पाइथियम, स्क्लेरोटियम, वर्टिसिलियम) के कारण होने वाली क्षति (जड़ सड़न, मुरझाना, पत्तियों पर पड़ने वाले धब्बे) को कम करने के लिए किया गया है। कवक मेटारिज़ियम एनिसोप्लिए का उपयोग चरागाहों में घास के स्कारब बीटल के लार्वा को मारने के लिए सफलतापूर्वक किया गया है और नेमाटोफैगस कवक की कई प्रजातियों (उदाहरण के लिए, आर्थ्रोबोट्रिस, नेमाटोफथोरा, डैक्टाइलेला, वर्टिसिलियम) का उपयोग किया गया है। जैवनियंत्रक कवक पादप परजीवी नेमाटोड नियंत्रण के लिए क्षमता को भी चिन्हित किया गया है।

**पौधों के संक्रामक रोग:** हाल के वर्षों में बैक्टीरिया, फंगल और वायरल संक्रमण से होने वाली बीमारियों की संख्या में वृद्धि हुई है। संक्रमण कृषि उत्पादन के विभिन्न चरणों में पौधों को प्रभावित करता है। मौसम की स्थिति और फसलों की पादप स्वच्छता स्थिति के आधार पर, बीमारियों की व्यापकता कुल पौधों की आबादी के 70-80% तक पहुंच सकती है, और कुछ मामलों में उपज 80-98% तक कम हो सकती है। पौधों में जन्मजात कोशकीय प्रतिरक्षा होती है, लेकिन विशिष्ट रोगजन में उस प्रतिरक्षा से बचने की क्षमता होती

है। वायरल, कवक और बैक्टीरियल प्रकृति के बहुत से रोगकारकों को चिन्हित किया जा चुका है। कुछ प्रमुख रोग निम्नलिखित हैं।

**विषाणु जनित रोग:** टोबैको मोज़ेक वायरस (टीएमवी) एक पादप वायरस है यह मुख्य रूप से तंबाकू के पौधों, आलू, टमाटर और अन्य संबंधित परिवार के सदस्यों को संक्रमित करता है। संक्रमण से पत्तियों पर पच्चीकारीनुमा धब्बे और रंग फीका पड़ जाता है। इसके अलावा कई वायरस जैसे टमाटर का पीला पत्ता वायरस, ककड़ी का मोज़ेक वायरस, आलू का वायरस, फूलगोभी का मोज़ेक वायरस आदि कृषि फसलों के लिए नुकसानदायक हैं।

**जीवाणु जनित रोग:** रोगकारक जीवाणुओं में स्यूडोमोनास सिरिंज, राल्स्टोनिया सोलानेसी, एग्रोबैक्टीरियम टूमफेशियन्स, ज़ैथोमोनस ज़ैथोमोनस, ज़ैथोमोनस एक्सोनोपोडिस, इरविनिया अमाइलोवोरा, ज्यलेल्ला फ़्रुस्टिदिओसा, डिकेया दादन्ती, डिकेया सोलानी, पेक्टोबैक्टीरियम कैरोटोवोरम, पेक्टोबैक्टीरियम एट्रोसेप्टिकम, क्लैविबैक्टर प्रमुख हैं। जीवाणु पौधे के संवहनी तंत्र में प्रवेश कर, पौधे के प्रवाहकीय बंडलों और आसन्न ऊतकों को नुकसान पहुंचाते हैं, जिसके कारण मुख्य लक्षण हैं- मुरझाना, परिगलन, हरितहीनता, सड़न, अतिवृद्धि (पित्त) और पपड़ी।

**रोगजनक कवक:** मैग्रापोर्थे ओरीजे, बोट्रीटीस सिनेरेया, पक्सिनेआ, फुसैरियम ग्रामिनेरम, फ्यूजेरियम ऑक्सीस्पोरम, माइकोस्फेरेला ग्रैमिनिकोला, कोलेटोट्राइकम, राइजोक्टोनिया सोलानी प्रमुख रोगजनक कवक माने गए हैं। रोगजनक कवक क्षतिग्रस्त पत्तियों और रंध्रों के माध्यम से पौधों में प्रवेश करते हैं। हालाँकि, कई मामलों में, कवक विशिष्ट संक्रामक संरचनाओं और एंजाइमों का स्राव करते हैं जो पौधे की कोशिका दीवार को नष्ट कर देते हैं।