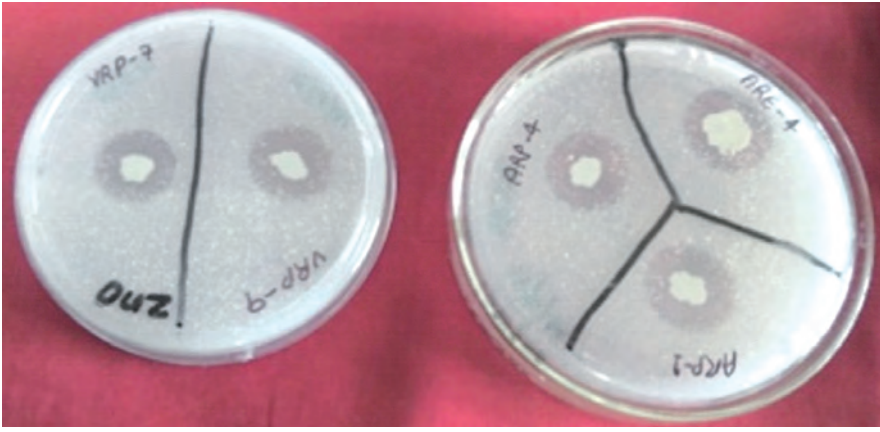




कृषि में अंतःपादपी जीवाणुओं की भूमिका

जे.के. ठाकुर*, असित मंडल*, ए.बी. सिंह*,
निशांत कुमार सिन्हा* और अशोक के. पात्र*

जीवाणु प्रकृति में कई प्रतिक्रियाओं का संचालन कर पारिस्थितिकी तंत्र सेवाएं सुनिश्चित करते हैं। जीवाणु एवं पौधे मृदा पारिस्थितिकी तंत्र के महत्वपूर्ण घटक हैं। ये दोनों हमेशा से समान जलवायु स्थिति के तहत एक दूसरे के लगातार संपर्क में सहअस्तित्व को बनाए हुए हैं। इस परस्पर प्रक्रिया में कुछ जीवाणुओं ने पौधे के अंतः भागों में अपने आप को स्थापित कर लिया और वे अंतः पादपी जीवाणु के रूप में जाने गये। अतः ऐसे सूक्ष्मजीव, जो अपने जीवनचक्र का कम से कम एक काल पौधे के अंदर, मेजबान पौधे को बिना नुकसान पहुंचाए एवं बिना किसी रोग के लक्षण प्रदर्शित करते हुए जीवित कोशिकाओं में निवास करते हों, अंतःपादपी जीवाणु कहलाते हैं।

पौधों की वृद्धि को प्रोत्साहित करने वाले जीवाणुओं का मृदा में उपयोग का परिणाम प्रयोगशाला में दर्शाया गया क्षमता से बहुत ही कम होता है। ऐसा मुख्यतः इसलिए होता है कि मृदा-पौधों एवं जीवाणुओं के बीच पारस्परिक क्रिया बहुत ही जटिल है व इन पर पूर्ण नियंत्रण करना मुश्किल है। पौधे यदि अंतःपादपी जीवाणुओं द्वारा संक्रमित हैं, तो यह प्रभाव अत्यंत सुस्पष्ट दृष्टिगोचर होता है; उदाहरणस्वरूप राइजोबियम का दलहनी पौधे में संक्रमण, माइकोराइजा एवं एक्टिनोराइजा द्वारा पौधे के जड़ में संक्रमण। इसका मुख्य कारण यह है कि पौधे के अन्दर रहने से इन्हें बाह्य वातावरणीय तनाव (जैविक एवं अजैविक) से सुरक्षा मिलती है। अंतःपादपी जीवाणु अपने मेजबान पौधों पर संक्रमण के कोई बाह्य लक्षण प्रदर्शित नहीं करते हैं, उनकी जैव विविधता एक ही पौधे के अंदर या विभिन्न पौधों के बीच काफी ज्यादा हो सकती है। अब तक संभावित मेजबान पौधों के अपेक्षाकृत छोटे अनुपात का ही अध्ययन

*भाकृअनुप-भारतीय मृदा विज्ञान संस्थान, भोपाल (मध्य प्रदेश)

हो पाया है इसलिए अंतःपादपी जीवाणुओं का विस्तृत अध्ययन कई अनदेखे जीवाणुओं की पर्याप्त संख्या एवं उनके वितरण को भी उजागर करने में सक्षम है।

अंतः पादपी जीवाणुओं के अध्ययन के लिए पौधों का चयन

- असामान्य प्रवृत्ति के पौधे विशेषकर वे पौधे, जो जीवित रहने के लिए नवीन रणनीतियों को अपनाते हैं, को अध्ययन के लिए चुनना चाहिए।
- ऐसे पौधे जो विशिष्ट उपयोग या रुचि से संबंधित हैं, उन्हें अध्ययन के लिए चुना जाता है। कई बार पता चलता है कि ऐसे पौधे की विशिष्टता का पौधे के रासायनिक गुणों से कोई संबंध नहीं है, अपितु यह गुण उसमें उपस्थित अंतःपादपी जीवाणुओं की वजह से होता है। उदाहरण के लिए अर्णहेमलैण्ड के स्थानीय लोगों द्वारा सर्पवाइन (*केनेडिया निगरीस्कैन्स*) को कुचलकर गर्म पानी में काढ़ा बना कर उसका उपयोग घावों को भर देता है एवं संक्रमण से बचाता है। अध्ययन से पता

चला कि इस पौधे में स्ट्रेप्टोमाइसिस की अंतःपादपी प्रजाति पाई जाती है, जो एंटीबायोटिक उत्पादित करती है। इससे पौधे में संक्रमण ठीक करने की क्षमता आती है। उसी तरह *एकेनेथेरम रोबुस्टम* है, जिसे सामान्यतः शिल्पी घास या नींद वाली घास के नाम से जाना जाता है। यह पोएसी कुल की बहुवर्षीय घास है, जिसे अधिक मात्रा में खाने से चरने वाले पशुओं पर शामक प्रभाव होता है। वस्तुतः इस पौधे के भीतर *नियोटाइफोडियम* नामक फफूंद अंतःपादपी रूप से निवास करते हैं, जो लैसर्जिक एसिड एमाइड उत्पादित करते हैं। इससे इस संक्रमित घास को खाने वाले स्तनधारियों में शामक प्रभाव आता है।

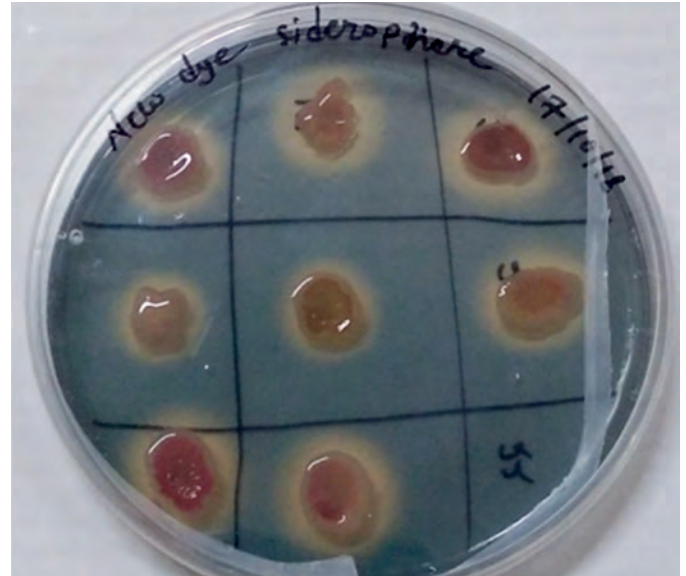
- दुर्लभ आवास में रहने वाले पौधों में विशिष्ट प्रकार के अंतःपादपी जीवाणु होने की संभावना होती है। अतः ऐसे पौधों का भी अध्ययन के लिए विचार किया जा सकता है। उदाहरणस्वरूप *रिन्कोलेसिस पेनिसिलाटा* दक्षिण-पश्चिम वेनिजुएला के नदी में उगने वाला एक जलीय पौधा है, जो लगातार कठिन वातावरण में रहा है। पानी की लहर

नवीन औषधियों एवं रसायनों की खोज

हाल के वर्षों में अंतःपादपी जीवाणुओं पर किए गए शोध तथा उनकी क्षमता के आकलन के फलस्वरूप कई नवीन औषधियों, कृषि रसायनों एवं पौध वृद्धि प्रोत्साहक गुणों वाले जीवाणुओं की भी खोज संभव हो पायी है। अंतःपादपी जीवाणुओं के जैव पूर्वक्षण की संभावनाएं असीमित हैं। अतः इन पर विस्तृत शोध की अनिवार्य आवश्यकता है। उन कारकों की पहचान भी जरूरी है, जो पौधों में इन जीवों को निवास करने के लिए आकर्षित करते हैं। पौधों के अन्दर इनके जीने की क्रियाविधि, एक ही पौधे की अलग-अलग वृद्धि अवस्था में अलग अंतःपादपी जीवाणुओं का होना तथा एक समय में एक ही प्रजाति के विभिन्न पौधों में विविध अंतःपादपी जीवाणुओं का होना भविष्य के शोध का विषय है। यह पादप-जीवाणुओं के बीच के सूक्ष्म संबंधों को समझने में मददगार साबित होगा।



अन्तःपादपी जीवाणु बुर्खोल्लेरेआ द्वारा पोटाश विलेयन क्षमता का प्रदर्शन



अन्तः पादपी जीवाणुओं द्वारा सिडेरोफोर उत्पादन

तथा चोटों के कारण हुए घावों द्वारा उमायसीटिस के रोगाणुओं से संक्रमित होता रहता है। यह पौधा संक्रमण के बावजूद भी स्वस्थ रहता है, जो इस पौधे के अंतःपादपी जीवाणुओं के अध्ययन के लिए एक संकेत है। इस पौधे के विश्लेषण के फलस्वरूप *सेरेसिया मारसिसेंस* का एक प्रबल कवकरोधी विभेद प्राप्त हुआ। यह उसाइडिन ए, नामक यौगिक उत्पादित करता था, जिससे पौधे संक्रमण से बचे रहते थे एवं स्वस्थ थे।

- ऐसे पौधे, जिनका आवास एक खास जगह तक सीमित हो (इंडेमिक) एवं असाधारण जीवनकाल हो अथवा ऐसे पौधे, जो प्राचीन मृदा पर अधिवासित हों, में अन्य पौधों की तुलना में प्राकृतिक सक्रिय रसायन उत्पादित करने वाले अंतःपादपी जीवाणु धारण करने की अधिक संभावना होती है।
- विशाल जैव विविधता वाले क्षेत्र में उगने वाले पौधों में भी अंतःपादपी जीवाणुओं में जैवविविधता की अधिक संभावना होती है।

अंतःपादपी जीवाणुओं से पादपवृद्धि

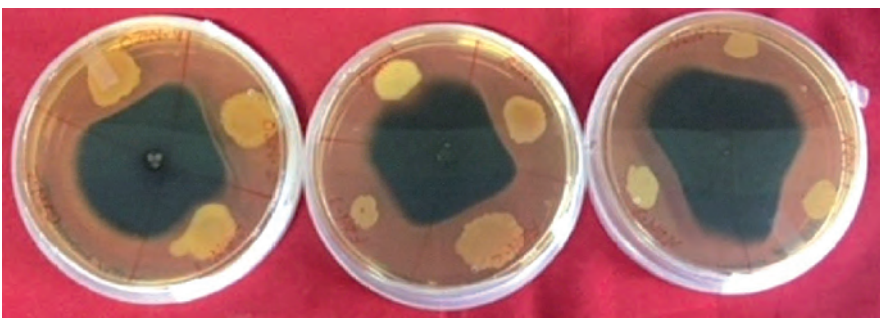
कई शोधों ने दर्शाया है कि अंतःपादपी जीवाणुओं में पादप वृद्धि को प्रोत्साहित करने की क्षमता होती है। अंतःपादपी जीवाणु जैव नियंत्रण समेत कई और भी संभावित तरीकों जैसे नाइट्रोजन स्थिरीकरण, पादप-हार्मोन उत्पादन, प्रेरित प्रणालीगत प्रतिरोध एवं जल तथा पोषक तत्व की उपयोग दक्षता में वृद्धि कर मेजबान पौधों की वृद्धि को प्रोत्साहित करता है।

कुछ अंतःपादपी जीवाणु, पौधों को रोगों के संक्रमण से बचाते हैं। वे जैव नियंत्रण करने वाले रसायन का उत्पादन कर पौधे को सुरक्षा प्रदान करते हैं। जीवाणु जैसे क्लेबसियेला, राइजोबियम इत्यादि पौधों से उत्सर्जित होने वाले इथिलिन हार्मोन के स्तर को नियंत्रित कर पौधों की वृद्धि में सहायक होते हैं। कई जीवाणु, पौधों की प्रतिरोधक क्षमता को उत्प्रेरित कर, दूसरे जीवाणुओं के संक्रमण से बचाते हैं। कई जीवाणुओं में फाइटोएलेक्सिन को उत्प्रेरित करने की भी क्षमता देखी गई है। बहुत सारे अंतःपादपी जीवाणु पौधों को विषम परिस्थितियों में जीवित रहने में सहायता प्रदान करते हैं। ऐसे जीवाणु, पौधों के साथ मिलकर कुछ विशिष्ट प्रकार के रसायन एवं एंजाइम

का उत्पादन करते हैं, जिससे तनाव का प्रभाव कम हो जाए। उदाहरण के तौर पर, उच्च मृदा प्रदूषण वाले क्षेत्रों में उगने वाले पौधों में अंतःपादपी जीवाणुओं की उपस्थिति इन पौधों को सामान्य पौधों की तुलना में जीवित रखने में अधिक क्षमता प्रदान करता है। सम्भवतः वे इन पौधों के साथ मिलकर ऐसे एंजाइम का उत्पादन करते हैं, जो इन प्रदूषकों के पौधों पर पड़ने वाले कुप्रभाव को कम कर देते हैं। इसके अतिरिक्त कई अंतःपादपी जीवाणुओं में पौधों को सूखे तथा अत्यधिक तापमान से बचाने तथा परासरणी (ऑस्मोटिक) तनाव को कम करने की भी क्षमता रखती है।

भाकृअनुप-भारतीय मृदा विज्ञान संस्थान, भोपाल द्वारा किये गए एक शोध में मक्के की जड़ से पृथक किये गए कुछ बैक्टीरिया में पादप वृद्धि को प्रोत्साहित करने वाले कई गुण मिले हैं। मक्के की जड़ से पृथक किये बुर्खोल्लेरेआ नामक जीवाणु में फॉस्फोरस तथा पोटाश विलयन क्षमता पायी गई। कई अन्य अंतःपादपी जीवाणुओं में सिडेरोफोर उत्पादन तथा पौधों में रोग उत्पन्न करने वाले फफूंदों के प्रति जैव नियंत्रण करने की क्षमता भी देखी गई।

अंतःपादपी जीवाणु मेजबान पौधे को बिना नुकसान पहुंचाए पौधे के भीतर अपने जीवनचक्र का कम से कम एक समय व्यतीत करते हैं। ऐसे जीवाणुओं के कम दृष्टिगोचर होने की वजह से व्यापक अध्ययन नहीं हो पाया है। इनकी जैव विविधता का विभिन्न प्रजातियों के पौधों के अन्दर आकलन न सिर्फ नए जीवाणुओं के होने की जानकारी दे सकता है, बल्कि ज्ञात जीवाणुओं के नये आवास एवं विस्तार को भी उजागर करेगा।



अंतः पादपी जीवाणुओं की क्रियाशीलता