

कृषि में ट्राइकोडर्मा का महत्व

*अभय शर्मा, आयुषी चमोली, शैलबाला शर्मा एवं रश्मि तिवारी

पादप रोग विज्ञान विभाग, गोविन्द बल्लभ पंत कृषि एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय पंतनगर, उत्तराखण्ड, भारत

*संवादी लेखक का ईमेल पता: abhaysharma2oct@gmail.com

वर्तमान समय में कृषि क्षेत्र अनेक चुनौतियों का सामना कर रहा है, जिसमें मिट्टी की घटती उर्वरता, बढ़ता प्रदूषण, जलवायु परिवर्तन तथा कीट एवं रोगों का बढ़ता प्रकोप प्रमुख हैं। परंपरागत खेती में रासायनिक उर्वरकों और कीटनाशकों का अत्यधिक उपयोग फसल उत्पादन में अल्पकालिक लाभ तो देता है, परंतु दीर्घकाल में यह मिट्टी की जैविक गुणवत्ता, सूक्ष्मजीव संतुलन और पर्यावरणीय स्वास्थ्य पर नकारात्मक प्रभाव डालता है। इन रसायनों से न केवल मिट्टी की संरचना कमजोर होती है, बल्कि लाभकारी सूक्ष्मजीवों का नाश भी होता है, जिससे पौधों की पोषण क्षमता और रोग प्रतिरोधक शक्ति घट जाती है। ऐसी परिस्थिति में टिकाऊ कृषि की अवधारणा अत्यंत महत्वपूर्ण हो जाती है, जिसमें पर्यावरण अनुकूल, आर्थिक रूप से लाभकारी और सामाजिक रूप से स्वीकार्य विधियों का प्रयोग किया जाता है। इस दिशा में जैविक रोगनियंत्रण एक मात्र प्रभावी उपाय है, जिसमें प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले लाभकारी सूक्ष्मजीवों का उपयोग कर रोगजनक जीवों को नियंत्रित किया जाता है। इन लाभकारी जीवों में से ट्राइकोडर्मा एक अत्यंत प्रभावशाली और व्यापक रूप से उपयोग किया जाने वाला कवक है। यह मिट्टी में स्वाभाविक रूप से पाया जाता है और पौधों की जड़ों के आस पास सक्रिय रहकर हानिकारक कवकों से रक्षा करता है। ट्राइकोडर्मा न केवल रोगजनकों को नष्ट करता है बल्कि पौधों की वृद्धि, पोषक अवशोषण और रोग-प्रतिरोधक क्षमता को भी बढ़ाता है। इस प्रकार, ट्राइकोडर्मा आधुनिक जैविक कृषि में एक ऐसी बहुपयोगी जैव कारक जीव के रूप में उभर कर सामने आया है, जो पर्यावरण की सुरक्षा के साथ-साथ किसानों की उत्पादन लागत को कम करने और मिट्टी के दीर्घकालिक स्वास्थ्य को बनाए रखने में सहायक सिद्ध हो रहा है। आइए, ट्राइकोडर्मा के बारे में जानकारी साझा करते हैं।

ट्राइकोडर्मा क्या है?

ट्राइकोडर्मा एक लाभकारी कवक है, जो मिट्टी में स्वाभाविक रूप से पाई जाती है और पौधों के साथ सहजीवी संबंध बनाकर उनकी वृद्धि एवं सुरक्षा में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। ट्राइकोडर्मा की प्रजातियों में *ट्राइकोडर्मा हार्जियेनम*, *ट्राइकोडर्मा विरिडी*, *ट्राइकोडर्मा कोनेंगी*, *ट्राइकोडर्मा एस्परेलम* तथा *ट्राइकोडर्मा हैमैटम* प्रमुख हैं। ये प्रजातियाँ पौधों की जड़ों के आसपास के क्षेत्र में अत्यधिक सक्रिय रहती हैं। ट्राइकोडर्मा को जैविक संरक्षक कवक भी कहा जाता है क्योंकि यह कई हानिकारक रोगजनक कवकों जैसे *फ्यूजेरियम ऑक्सिसोरम*, *राइजोक्टोनिया सोलानी*, *स्क्लेरोटियम रोलफसीआई*, *पाइथियम अफेनिडर्मैटम* तथा *ऑल्टरनेरिया सोलानी* के विरुद्ध प्रभावी सुरक्षा प्रदान करती है। यह मिट्टी में रोगजनक कवकों के साथ प्रतिस्पर्धा करती है, उन पर परजीवी बनकर हमला करती है और ऐसे जैव-रासायनिक पदार्थ (एंजाइम तथा एंटीबायोटिक यौगिक) उत्पन्न करती है जो हानिकारक कवकों की वृद्धि को रोक देते हैं। ट्राइकोडर्मा का महत्व केवल रोग नियंत्रण तक सीमित नहीं है। यह पौधों की जड़ों के साथ गहरे संबंध स्थापित करके उनके पोषक तत्वों के अवशोषण को बढ़ाती है और पौधों के विकास हार्मोन जैसे इंडोल एसिटिक एसिड, जिबरेलिन तथा साइटोकाइनिन के उत्पादन को भी प्रोत्साहित करती है। इसके परिणामस्वरूप पौधों की वृद्धि तीव्र होती है, जड़ प्रणाली मजबूत बनती है और पौधे अधिक रोग-प्रतिरोधी हो जाते हैं। यह सूक्ष्मजीव पर्यावरण के लिए पूर्णतः सुरक्षित है और रासायनिक फफूंदनाशकों का एक टिकाऊ विकल्प प्रदान करता है। इसके उपयोग से न केवल रोगों का प्राकृतिक नियंत्रण होता है, बल्कि मिट्टी की जैविक गुणवत्ता में सुधार आता है तथा उपयोगी सूक्ष्मजीवों की संख्या भी बढ़ती है। वर्तमान में ट्राइकोडर्मा का प्रयोग बीज उपचार, मिट्टी उपचार, कम्पोस्ट संवर्धन और पौधशाला प्रबंधन में व्यापक रूप से किया जा रहा है। यह जैविक कृषि एवं टिकाऊ खेती की दिशा में एक सशक्त जैव उदाहरण बन चुका है, जो किसानों को रसायन-मुक्त, पर्यावरण-अनुकूल और लागत-प्रभावी खेती की ओर प्रेरित करता है।



ट्राइकोडर्मा के कार्य करने की विधियाँ

ट्राइकोडर्मा एक बहुआयामी जैव-नियंत्रक कवक है जो विभिन्न जैविक और रासायनिक तंत्रों के माध्यम से पौधों को रोगों से बचाता है। इसके प्रमुख कार्य तंत्र चार मुख्य प्रकार के हैं: प्रतिस्पर्धा, परजीविता, एंटीबायोटिक उत्पादन तथा पौधों में रोग-प्रतिरोधकता का उद्दीपन।

- ❖ **प्रतिस्पर्धा:** ट्राइकोडर्मा मिट्टी में पाए जाने वाले रोगजनक कवकों के साथ भोजन और स्थान के लिए तीव्र प्रतिस्पर्धा करती है। चूंकि यह कवक बहुत तेजी से बढ़ती है और जैविक पदार्थों का कुशलतापूर्वक उपयोग कर सकती है, इसलिए यह रोगजनकों से पहले ही उनके पोषण स्रोतों पर कब्जा कर लेती है। मूल परिवेश में ट्राइकोडर्मा की तेज वृद्धि के कारण रोगजनकों के लिए आवश्यक पोषक तत्व जैसे कार्बन और नाइट्रोजन की उपलब्धता कम हो जाती है। इस प्रकार, रोगजनक कवक भोजन की कमी से कमजोर पड़ जाते हैं और उनका प्रसार रुक जाता है।
- ❖ **परजीविता:** यह ट्राइकोडर्मा की सबसे महत्वपूर्ण क्रिया है। इस प्रक्रिया में ट्राइकोडर्मा सीधे रोगजनक कवक पर हमला करती है और उसे नष्ट कर देती है। यह पहले रोगजनक को पहचानती है, फिर उससे लिपट जाती है और एंजाइमों की सहायता से उसकी कोशिका भित्ति को तोड़ देती है। इस प्रक्रिया में काइटिनेज, ग्लूकानेज और प्रोटीएज जैसे एंजाइम महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। ये एंजाइम रोगजनक की कोशिका भित्ति को विघटित कर उसकी आंतरिक संरचना को नष्ट कर देते हैं, जिससे रोगजनक का विकास रुक जाता है या वह मर जाता है।
- ❖ **एंटीबायोटिक उत्पादन:** ट्राइकोडर्मा विभिन्न प्रकार के जैव-रासायनिक यौगिक उत्पन्न करती है, जो रोगजनकों की वृद्धि को रोकते हैं। इन यौगिकों को एंटीबायोटिक पदार्थ कहा जाता है। इनमें प्रमुख हैं ट्राइकोडर्मिन, विरिडिन, ग्लियोटॉक्सिन और पेप्सिन। ये पदार्थ मिट्टी में रोगजनक कवकों के बीजाणुओं के अंकुरण को रोकते हैं, कवक जाल की वृद्धि को बाधित करते हैं और उनके पोषण क्रिया को प्रभावित करते हैं।
- ❖ **पौधों की रोग प्रतिरोधक क्षमता में वृद्धि:** ट्राइकोडर्मा केवल रोगजनकों को नष्ट नहीं करती, बल्कि पौधों के अंदर उनकी स्वाभाविक रक्षा प्रणाली को भी सक्रिय करती है। जब ट्राइकोडर्मा पौधों की जड़ों के संपर्क में आती है, तो यह पौधों की स्वाभाविक प्रतिरक्षा प्रणाली को सक्रिय कर देती है। इसके परिणामस्वरूप पौधों में विभिन्न रक्षा संबंधी एंजाइमों का उत्पादन बढ़ जाता है, जो रोगजनकों के विरुद्ध सुरक्षा कवच का कार्य करते हैं। इनमें प्रमुख एंजाइम हैं परऑक्सीडेस, जो पौधों की कोशिका भित्ति को सुदृढ़ बनाता है, काइटिनेस, जो रोगजनक कवकों की कोशिका भित्ति में पाए जाने वाले काइटिन को विघटित करता है, β -1,3-ग्लूकानेज, जो कवक की कोशिकाओं में उपस्थित ग्लूकान पदार्थ को तोड़ता है और फेनिलएलनिन अमोनिया-लाएज, जो फीनॉलिक यौगिकों के निर्माण में सहायता करता है और संक्रमण स्थल पर संरक्षक अवरोध उत्पन्न करता है। इन एंजाइमों की संयुक्त क्रिया से पौधों की प्रतिरक्षा क्षमता बढ़ जाती है, जिससे वे आगे होने वाले रोगजनक आक्रमणों का अधिक प्रभावी ढंग से सामना कर पाते हैं।

कृषि में ट्राइकोडर्मा का उपयोग

ट्राइकोडर्मा एक ऐसा लाभकारी कवक है जो पौधों की रोग-प्रतिरोधकता बढ़ाने के साथ-साथ मिट्टी के स्वास्थ्य को सुधारने में भी सहायक है। इसका प्रयोग बीज उपचार, मिट्टी उपचार, पौधशाला प्रबंधन तथा जैव उर्वरकों के साथ संयुक्त रूप में सफलतापूर्वक किया जा सकता है।

- ❖ **बीज उपचार:** फसल की सुरक्षा की शुरुआत स्वस्थ बीज से होती है। बुवाई से पहले बीजों का ट्राइकोडर्मा से उपचार करने पर बीजजनित रोगों जैसे उकठा रोग, जड़ गलन तथा अर्धगलन से प्रभावी बचाव होता है। आमतौर पर 10 ग्राम ट्राइकोडर्मा पाउडर प्रति किलोग्राम बीज की दर से उपचार किया जाता है। उपचारित बीजों को छाया में सुखाकर तुरंत बो देना चाहिए। यह विधि रोग नियंत्रण के साथ-साथ अंकुरण प्रतिशत और पौधों की प्रारंभिक वृद्धि को भी बढ़ाती है।
- ❖ **मिट्टी उपचार:** मिट्टीजनित रोगजनक जैसे *स्क्लेरोटियम रोल्फसीआई*, *प्यूजेरियम ऑक्सीस्पोरम* तथा *राइजोक्टोनिया सोलानी* फसलों में उकठा, गलन और झुलसा रोग उत्पन्न करते हैं। इन रोगों के नियंत्रण के लिए ट्राइकोडर्मा को गोबर की सड़ी हुई खाद, केंचुआ खाद या जैविक पदार्थ के साथ मिलाकर खेत की मिट्टी में डाला जाता है। आमतौर पर 1 किलो ट्राइकोडर्मा पाउडर को 100 किलो गोबर की खाद में मिलाकर 7 से 10 दिन तक छाया में नम अवस्था में रखकर संवर्धन किया जाता है। इसके बाद इस मिश्रण को प्रति बीघा की दर से खेत में समान रूप से बिखेर दिया जाता है। इससे मिट्टी में लाभकारी सूक्ष्मजीवों की संख्या बढ़ती है और हानिकारक रोगजनक दब जाते हैं।
- ❖ **पौधशाला में उपयोग:** पौधशालाओं में नाजुक पौधों को मिट्टीजनित रोगों का अधिक खतरा रहता है। पौधशाला की मिट्टी में ट्राइकोडर्मा मिलाने से रोगजनक कवकों का संक्रमण काफी हद तक कम किया जा सकता है। इसे पौधशाला की मिट्टी में 2 से 5 ग्राम प्रति किलोग्राम मिट्टी की दर से मिलाया जाता है या नर्सरी हेतु थैली में भरने से पहले कंपोस्ट के साथ मिलाया जा सकता है। इसके नियमित प्रयोग से पौधें मजबूत, स्वस्थ और रोगमुक्त रहते हैं। साथ ही, ट्राइकोडर्मा पौधों की जड़ वृद्धि को भी प्रोत्साहित करता है, जिससे पौध प्रत्यारोपण के बाद खेत में अच्छी तरह स्थापित हो पाते हैं।
- ❖ **जैव उर्वरकों के साथ प्रयोग:** ट्राइकोडर्मा को अन्य लाभकारी सूक्ष्मजीवों जैसे एजोस्पिरिलम, एजोबैक्टर, फॉस्फेट घुलनशील बैक्टीरिया और राइजोबियम के साथ भी मिलाकर उपयोग किया जा सकता है। यह ट्राइकोडर्मा रोग नियंत्रण में सहायक होता है, वहीं दूसरी ओर जैव उर्वरक पौधों को आवश्यक पोषक तत्व उपलब्ध कराते हैं।

ट्राइकोडर्मा के लाभ

ट्राइकोडर्मा न केवल एक प्रभावी जैव-नियंत्रक है, बल्कि यह पौधों की समग्र वृद्धि, मिट्टी के स्वास्थ्य और कृषि की स्थिरता में भी महत्वपूर्ण योगदान देता है। इसके प्रयोग से किसान रासायनिक फफूंदनाशकों पर निर्भर हुए बिना अपनी फसल को स्वस्थ और उत्पादक बना सकते हैं।

- ❖ **रासायनिक फफूंदनाशकों पर कम निर्भरता:** ट्राइकोडर्मा रासायनिक फफूंदनाशी का एक सुरक्षित और प्रभावी जैविक विकल्प है। यह प्राकृतिक रूप से रोगजनक फफूंदों को नष्ट करता है और उनके प्रकोप को नियंत्रित करता है। इससे फसलों में रासायनिक अवशेष नहीं रहते और दीर्घकाल में मिट्टी की संरचना तथा गुणवत्ता बनी रहती है।

- ❖ **पर्यावरण हितैषी:** ट्राइकोडर्मा एक प्राकृतिक जीव है जो मिट्टी में पहले से ही पाया जाता है। इसका कोई नकारात्मक प्रभाव मनुष्यों, पशुओं, पर्यावरण इत्यादि पर नहीं होता है। यह जैव-अपघटनीय है और किसी प्रकार का प्रदूषण उत्पन्न नहीं करता। इसके प्रयोग से पर्यावरणीय प्रदूषण, जलस्रोतों में रासायनिक अपवाह और मिट्टी में दूषित अवशेषों की समस्या नहीं होती।
- ❖ **मिट्टी की उर्वरता और सूक्ष्मजीव विविधता:** ट्राइकोडर्मा मिट्टी में लाभकारी सूक्ष्मजीवों की संख्या और विविधता को बढ़ाता है। यह जैविक पदार्थों के अपघटन में मदद कर मिट्टी में पोषक तत्वों की उपलब्धता को बढ़ाता है। साथ ही, यह फॉस्फोरस, आयरन, जिंक जैसे पोषक तत्वों को घुलनशील रूप में परिवर्तित कर पौधों की जड़ों को उपलब्ध कराता है। इससे मिट्टी की संरचना सुधरती है और दीर्घकालिक उर्वरता बनी रहती है।
- ❖ **पौधों की वृद्धि:** ट्राइकोडर्मा पौधों के साथ सहजीवी संबंध बनाता है और उनकी जड़ प्रणाली को सशक्त करता है। यह वृद्धि-प्रेरक पदार्थ जैसे ऑक्सिन और साइटोकाइनिन का उत्पादन करता है, जो जड़ और तने की वृद्धि को बढ़ावा देते हैं। इसके परिणामस्वरूप पौधे अधिक पोषक तत्व और जल अवशोषित कर पाते हैं, जिससे उनकी कुल वृद्धि, फूल-फलन और उपज में वृद्धि होती है।
- ❖ **लागत में कमी और उत्पादन में वृद्धि:** आसानी से उपलब्ध होने के कारण ट्राइकोडर्मा का प्रयोग कम लागत में किया जा सकता है। इससे रासायनिक दवाओं की आवश्यकता घट जाती है, जिससे उत्पादन लागत में कमी आती है। साथ ही, फसलें स्वस्थ रहती हैं, पौधों की वृद्धि बेहतर होती है और अंततः उत्पादन तथा गुणवत्ता दोनों में सुधार होता है। इस प्रकार कृषि में ट्राइकोडर्मा का उपयोग किसानों की आर्थिक स्थिति को मजबूत करने में सहायक है जो कि सतत कृषि की दिशा में एक बड़ा कदम है।

ट्राइकोडर्मा एक बहुआयामी, पर्यावरण-अनुकूल और आर्थिक रूप से लाभदायक जैवकारक है, जो आधुनिक टिकाऊ कृषि की अवधारणा को सशक्त बनाता है। यह न केवल पौधों को विभिन्न फफूंदजनित रोगों से प्राकृतिक रूप से सुरक्षा प्रदान करता है, बल्कि मिट्टी के स्वास्थ्य, उर्वरता और सूक्ष्मजीव विविधता को भी बनाए रखता है। इसके प्रयोग से रासायनिक फफूंदनाशकों पर निर्भरता घटती है, जिससे पर्यावरण प्रदूषण और मिट्टी के जैविक संतुलन पर पड़ने वाले दुष्प्रभाव कम होते हैं। आज की परिस्थितियों में, जब कृषि क्षेत्र रासायनिक प्रदूषण, जलवायु परिवर्तन और मिट्टी की उर्वरता में कमी जैसी गंभीर समस्याओं का सामना कर रहा है, ट्राइकोडर्मा एक स्थायी समाधान के रूप में उभर रहा है। यह न केवल रोग नियंत्रण का जैविक प्रहरी है, बल्कि स्वस्थ मिट्टी और उच्च उत्पादकता की कुंजी भी है। अतः किसानों के लिए आवश्यक है कि वे ट्राइकोडर्मा आधारित उत्पादों को अपनी कृषि पद्धति में अवश्य शामिल करें, ताकि फसलों की बेहतर सुरक्षा हो सके और आने वाली पीढ़ियों के लिए स्वस्थ, सुरक्षित और टिकाऊ कृषि प्रणाली स्थापित की जा सके।