

फसल उत्पादन में सूक्ष्म पोषक तत्वों की भूमिका

रूही, विजय कुमार, रोहतास कुमार और **हरदीप श्योराण**

"फसल उत्पादन में सूक्ष्म पोषक तत्वों की महत्वपूर्ण भूमिका है। सूक्ष्म पोषक तत्व जैसे-आयरन, जिंक, मैंग्नीज, बोरॉन, मॉलिब्डेनम आदि पौधों के विकास के लिए आवश्यक होते हैं। यद्यपि इनकी आवश्यकता कम मात्रा में होती है। ये पौधों के विभिन्न जैव रासायनिक प्रक्रियाओं में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं, जैसे कि क्लोरोफिल निर्माण, एंजाइम क्रियाएं, शर्करा का स्थानांतरण और नाइट्रोजन स्थिरीकरण। इनकी कमी से फसल की वृद्धि, उपज और गुणवत्ता प्रभावित होती है, जिससे किसानों को आर्थिक नुकसान हो सकता है। आधुनिक कृषि प्रथाओं में सूक्ष्म पोषक तत्वों की कमी बढ़ी है। इसका मुख्य कारण गहन खेती, रासायनिक उर्वरकों का अत्यधिक उपयोग और मृदा की गुणवत्ता में कमी है। इसके परिणामस्वरूप उत्पादन लागत बढ़ती है और फसल गुणवत्ता कम होती है, जिससे किसानों की आय प्रभावित होती है। कृषि प्रबंधन में सूक्ष्म पोषक तत्वों के सही उपयोग और संतुलन को सुनिश्चित करने के लिए मृदा और पौधों के नमूनों का परीक्षण, स्थान-विशिष्ट प्रबंधन और फसल की नियमित निगरानी आवश्यक है। इससे न केवल उपज बढ़ती है, बल्कि उत्पादन लागत को नियंत्रित कर किसानों को अधिक लाभ मिलता है।"

पौधों की वृद्धि और विकास के लिए सूक्ष्म पोषक तत्व या ट्रेस तत्व आवश्यक होते हैं। इसकी जरूरत पौधों को बहुत कम मात्रा में पड़ती है। इनमें आयरन (Fe), कॉपर (Cu), क्लोरीन (Cl), मैंग्नीज (Mn), बोरॉन (B), (Ni), जिंक (Zn) और मॉलिब्डेनम (Mo) शामिल हैं।

पौधों द्वारा सूक्ष्म पोषक तत्वों का संचय का सामान्यत: क्रम Mn>Fe>Zn>B>Cu>Mo है। यह क्रम पौधों की प्रजातियों और वृद्धि की स्थितियों (जैसे धान) के अनुसार परिवर्तन हो सकता है। यह आमतौर पर साइटोक्रोम, क्लोरोफिल और प्रोटीन (जैसे एंजाइम) के साथ मिलकर पाया जाता है।

सूक्ष्म पोषक तत्व फसल के लिए बहुत कम मात्रा में आवश्यक हो सकते हैं। किंतु फसल के विकास पर इनका गहरा प्रभाव पड़ता है। जब भी एक या एक से अधिक सूक्ष्म पोषक तत्वों की कमी होती है, तब पैदावार कम होगी और फसल उत्पादों की गुणवत्ता भी खराब होगी। पिछले कुछ वर्षों से

चौधरी चरण सिंह हरियाणा कृषि विश्वविद्यालय, हिसार (हरियाणा)

सूक्ष्म पोषक तत्वों की कमी फसलों में काफी बढ़ गई है। इसके मुख्य कारण हैं–गहन फसल लगना, कटाव से ऊपरी मृदा का नुकसान, लीचिंग के माध्यम से सूक्ष्म पोषक तत्वों की हानि, अम्लीय मृदा का चूना लगाना, रासायनिक उर्वरकों की तुलना में गोबर की खाद के अनुपात में कमी, रासायनिक उर्वरकों का अधिक प्रयोग और फसल उत्पादन के लिए सीमांत भूमि का उपयोग।

सूक्ष्म पोषक तत्वों के प्रकार और भूमिका

आयरन

पादप कोशिकाओं में क्लोरोफिल के निर्माण के लिए आयरन (Fe) की आवश्यकता होती है। यह श्वसन, प्रकाश संश्लेषण और सहजीवी नाइट्रोजन स्थिरीकरण जैसी जैव रासायनिक प्रक्रियाओं के लिए एक उत्प्रेरक के रूप में कार्य करता है। एरोबिक की स्थिति में, आयरन ऑक्साइड और हाइड्रॉक्साइड के घटक के रूप में काफी हद तक अघुलनशील होता है। इसलिए, मृदा के घोल में आयरन की सांद्रता बहुत कम होती है। आयरन की कमी से नयी पत्तियों की अंत:शिरा में क्लोरोसिस हो जाता है। गंभीर मामलों को छोड़कर सिर्फ शिराएं हरी रहती हैं। आयरन की कमी को मृदा में $FeSO_4$ के प्रयोग से ठीक किया जा सकता है।

सूक्ष्म पोषक तत्वों का महत्व

गुणवत्ता एवं उपज में वृद्धि

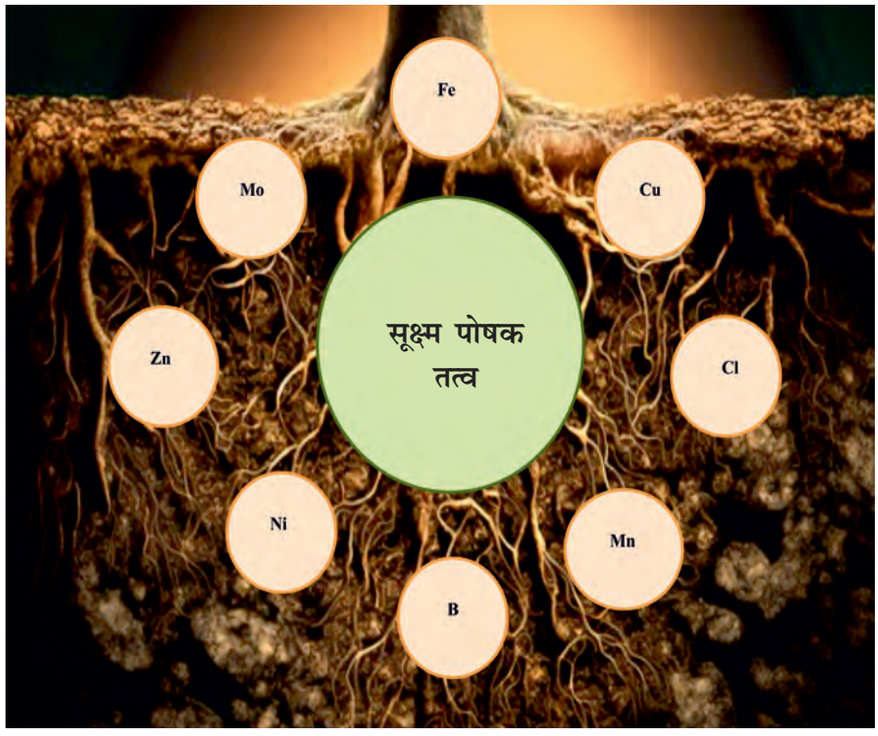
अधिकांश सूक्ष्म पोषक तत्व पौधों की विभिन्न मेटाबॉलिक गतिविधियों जैसे प्रोटीन मेटाबॉलिज्म, कार्बोहाइड्रेट मेटाबॉलिज्म, प्रकाश संश्लेषण दर आदि में भाग लेने वाले विभिन्न एंजाइमों में सहकारक के रूप में कार्य करते हैं। इसलिए प्रोटीन सामग्री, टीएसएस और अन्य गुणवत्ता मापदंडों में वृद्धि होती है।

फलीदार फसलें

फलीदार फसलों में, ये N_2 स्थिरीकरण को प्रभावित करते हैं। Fe और Mo जैसे सूक्ष्म पोषक तत्व नाइट्रोजन एंजाइमों का महत्वपूर्ण घटक हिमोग्लोबिन के निर्माण में मदद करते हैं।

प्रमुख आर्थिक प्रभाव

कृषि कार्य में सूक्ष्म पोषक तत्वों की सांद्रता का प्रमुख प्रभाव मैक्रो पोषक तत्वों के उर्वरक उपयोग की बढ़ी हुई दक्षता के माध्यम से होता है।



सूक्ष्म पोषक तत्वों के प्रकार

कॉपर

यह पोषक तत्व पौधों में कई एंजाइम का एक उत्प्रेरक है। ऑक्सीडेटिव प्रोटीन और एंजाइमों द्वारा इलेक्ट्रॉन संचार और ऊर्जा भंडारण में कार्य करता है। कॉपर की कमी प्रोटीन संश्लेषण में बाधा डालती है। इसकी कमी से पत्तियां हरिमाहीन या गहरे नीले–हरे रंग की हो सकती हैं और किनारे मुड़ जाते हैं। वृक्षों की छाल अक्सर खुरदरी और फफोलेदार होती है और छाल में दरारों से गोंद निकल सकता है।

क्लोरीन

पौधों में इसकी सामान्य सांद्रता एक मैक्रोन्यूट्रिएंट की तरह होती है और फिर भी विकास के लिए क्लोरीन की आवश्यकता एक सूक्ष्म पोषक तत्व की तरह होती है। पौधों को क्लोरीन की आपूर्ति आमतौर पर विभिन्न स्रोतों (मृदा के भंडार, वर्षा, उर्वरक और वायु प्रदूषण) से की जाती है, इसलिए कमी की तुलना में टॉक्सिसिटी स्तर के बारे में अधिक चिंता होती है।

बोरॉन

यह तत्व शर्करा स्थानांतरण के लिए आवश्यक है और परागकणों के अंकुरण में मदद करता है। मृदा के पी–एच मान में वृद्धि के साथ बोरॉन की उपलब्धता कम हो जाती है। टहनियों में बोरॉन की कमी के लक्षण सबसे पहले अंतिम कलियों या नई पत्तियों पर दिखाई देते हैं, जो बदरंग हो जाते हैं और मर सकते हैं।

जिंक

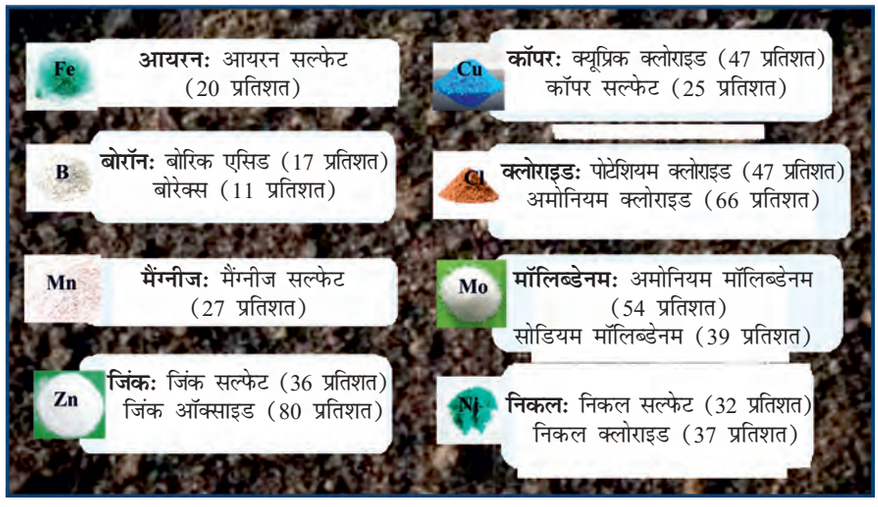
जिंक या तो एंजाइमों के धातु घटक के रूप में या बड़ी संख्या में एंजाइमों के कार्यात्मक, संरचनात्मक या नियामक सहकारक के रूप में कार्य करता है। जिंक आरएनए पॉलीमरेज का एक आवश्यक घटक है। यदि जिंक हटा दिया जाता है, तो एंजाइम निष्क्रिय हो जाता है। जिंक राइबोसोम का भी एक घटक है और उनकी संरचनात्मक अखंडता के लिए आवश्यक है। फॉस्फोरस उर्वरकों के बड़े अनुप्रयोग से जिंक की कमी हो सकती है और पौधों में जिंक की आवश्यकता बढ़ सकती है। जिंक की कमी से तने की लंबाई में कमी, इंटरनोड्स का छोटा होना और अंतिम पत्तियों का रोसेट होता है। जिंक की कमी को मृदा में $ZnSO_4$ जैसे लवणों के प्रयोग से काफी आसानी से ठीक किया जा सकता है।

निकल

बीन और लोबिया जैसी फलीदार फसलों को अन्य फसलों की तुलना में अधिक निकल की आवश्यकता होती है। निकल नोड्यूलेशन और नाइट्रोजन निर्धारण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। इस प्रकार निकल की कमी के कारण नोड्यूलेशन में देरी होती है और नाइट्रोजन निर्धारण की दक्षता कम हो जाती है। निकल सल्फेट ($NiSO_4$) जैसे घुलनशील लवण, पौधों में

मैंग्नीज

मैंग्नीज का अवशोषण मुख्य रूप से Mn^{2+} के रूप में होता है। मैंग्नीज विकास प्रक्रियाओं में एंजाइमों के लिए एक उत्प्रेरक के रूप में कार्य करता है। यह क्लोरोफिल निर्माण में आयरन की सहायता करता है। उच्च मैंग्नीज सांद्रता आयरन की कमी को दर्शाती है। मैंग्नीज की कमी का लक्षण नई पत्तियों का इंटरवेनल क्लोरोसिस है। शिराओं के बगल में गहरे हरे रंग के साथ हल्के हरे रंग का क्रमिक विकास होता है। इसमें आयरन की कमी की तरह शिराओं और अंत:शिरा क्षेत्रों के बीच कोई अंतर स्पष्ट नहीं होता है। मैंग्नीज की कमी को मृदा में $MnSO_4$ के प्रयोग से ठीक किया जा सकता है।



सूक्ष्म पोषक तत्वों के उर्वरक स्रोत

निकल की कमी को रोकने या ठीक करने के लिए उपयुक्त उर्वरक हैं।

मॉलिब्डेनम

पौधे के पोषक तत्व के रूप में मॉलिब्डेनम एंजाइमों के धातु घटक के रूप में होने वाले संयोजकता परिवर्तनों से संबंधित हैं। केवल कुछ ही एंजाइमों में पौधों में मॉलिब्डेनम पाया गया है। उच्च पौधों में दो मॉलिब्डेनम युक्त एंजाइम-नाइट्रोजनेज और नाइट्रेट रिडक्टेज, फसल उत्पादन में महत्वपूर्ण स्थान रखते हैं। मॉलिब्डेनम की कमी से नाइट्रेट रिडक्टेस गतिविधि कम हो जाती है, जो पौधे की प्रोटीन को संश्लेषित करने की क्षमता को बाधित करती है।

सूक्ष्म पोषक की उपलब्धता को प्रभावित करने वाले कारक

मृदा का पी-एच

मृदा का पी-एच मान घुलनशीलता, मृदा के घोल में सांद्रता, आयनिक रूप और मृदा में सूक्ष्म पोषक तत्वों की गतिशीलता और परिणामस्वरूप पौधों द्वारा इन तत्वों के अधिग्रहण को प्रभावित करता है। मृदा का पी-एच बढ़ जाने से B, Cu, Fe, Mn और Zn की उपलब्धता आमतौर पर कम हो जाती है और Mo की उपलब्धता बढ़ जाती है।

कार्बनिक पदार्थ

मृदा में कार्बनिक पदार्थ मिलाने से मृदा में सूक्ष्म पोषक तत्वों के पानी में घुलनशील और विनिमय रूपों में वृद्धि होती है, जो सूक्ष्म पोषक तत्वों के अवशोषण को और बढ़ाता है।

तापमान

ज्यादातर सूक्ष्म पोषक तत्वों की उपलब्धता कम तापमान पर कम हो जाती है, तब जड़ गतिविधि और माइक्रोबियल गतिविधि कम हो जाती है। इससे पोषक तत्वों के विघटन और प्रसार की दर भी कम हो जाती है।

नमी

मृदा की नमी प्रभावित करती है कि मृदा में पोषक तत्व कितनी अच्छी तरह घुलते हैं। यह निर्धारित करता है कि पौधों को अवशोषित करने के लिए कितना जल उपलब्ध है। गीली मृदा में खनिज अधिक आसानी से घुल जाते हैं। इससे मृदा के घोल में पोषक तत्व निकल जाते हैं। मृदा की नमी मृदा में उपस्थित सूक्ष्म जीवों की गतिविधियों को प्रभावित करती है, जो कार्बनिक पदार्थों को तोड़कर उन्हें पोषक तत्वों में परिवर्तित कर देते हैं, जिनका उपयोग पौधे कर सकते हैं।

मृदा की बनावट

मृदा की बनावट सूक्ष्म पोषक तत्वों की अवधारण क्षमता और गतिशीलता को प्रभावित करती है। कम कटियन एक्सचेंज कैपेसिटी (सीईसी) वाली रेतीली मृदा में सूक्ष्म पोषक तत्वों के निक्षालन की आशंका अधिक होती है। जबकि उच्च सीईसी वाली चिकनी मृदा सूक्ष्म पोषक तत्वों को बेहतर बनाए रखती है, लेकिन उन्हें अनुपलब्ध रूपों में भी ठीक कर सकती है।

फसल उत्पादन में सूक्ष्म पोषक तत्वों की महत्वपूर्ण भूमिका है। सूक्ष्म पोषक तत्व जैसे आयरन, जिंक, मैंग्नीज, बोरॉन, मॉलिब्डेनम आदि पौधों के विकास के लिए आवश्यक होते हैं। यद्यपि इनकी आवश्यकता कम मात्रा में होती है। ये पौधों की विभिन्न जैव रासायनिक प्रक्रियाओं में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं, जैसे कि क्लोरोफिल निर्माण, एंजाइम क्रियाएं, शर्करा का स्थानांतरण और नाइट्रोजन स्थिरीकरण। इनकी कमी से फसल की वृद्धि, उपज और गुणवत्ता प्रभावित होती है, जिससे किसानों को आर्थिक नुकसान हो सकता है।

अंतत: सूक्ष्म पोषक तत्वों का संतुलित उपयोग कृषि की उत्पादकता, लाभ और स्थिरता को बढ़ावा देने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। ■

सूक्ष्म पोषक तत्व प्रबंधन

- **मृदा और पौधों के नमूने:** संपूर्ण तुलनात्मक विश्लेषण के लिए उसी क्षेत्र के प्रभावित और गैर-प्रभावित क्षेत्रों से मृदा और पौधों के ऊतकों के नमूने लें। यह विश्लेषण सेवा अधिकांश मृदा परीक्षण प्रयोगशालाओं में उपलब्ध है।
- **अच्छे फील्ड रिकॉर्ड रखें:** जानें कि किन क्षेत्रों में पहले सूक्ष्म पोषक तत्वों की समस्या थी; सालाना मृदा परीक्षण और लक्षणों के लिए प्रत्येक फसल की निगरानी करें। आवश्यक सूक्ष्म पोषक तत्वों की मात्रा फसल के अनुसार भिन्न-भिन्न होती है।
- **भू-संदर्भ सूक्ष्म पोषक तत्वों की कमी वाले क्षेत्र:** स्थान-विशिष्ट प्रबंधन को आसान बनाने के लिए किसी क्षेत्र के भीतर भू-संदर्भ सूक्ष्म पोषक तत्वों की कमी वाले क्षेत्रों का उपयोग करें। मैक्रोन्यूट्रिएंट्स की तुलना में माइक्रोन्यूट्रिएंट्स महंगे हैं, इसलिए स्थान-विशिष्ट प्रबंधन आर्थिक रूप से सही है।