

धान की मृदा में सल्फर की गतिशीलता एवं उपलब्धता

*दीपक कुमार¹, आनंद सिंह¹, रजनीश कुमार¹ एवं विधा द्विवेदी²

¹मृदा विज्ञान एवं कृषि रसायन विभाग, आचार्य नरेंद्र देव कृषि एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, अयोध्या

²शस्य विज्ञान विभाग, जवाहर लाल नेहरू कृषि विश्वविद्यालय, जबलपुर, भारत

*संवादी लेखक का ईमेल पता: deepakkum.10820021@gmail.com

सल्फर पौधों के लिए एक आवश्यक द्वितीयक पोषक तत्व है और धान की उच्च एवं गुणवत्तापूर्ण उपज के लिए इसका महत्व नाइट्रोजन, फास्फोरस एवं पोटैशियम के संतुलित पोषण के साथ लगातार बढ़ रहा है। सल्फर प्रोटीन संश्लेषण, सिस्टीन एवं मेथियोनीन जैसे सल्फरयुक्त अमीनो अम्लों के निर्माण, एंजाइमों की सक्रियता, क्लोरोफिल निर्माण तथा विभिन्न उपापचयी प्रक्रियाओं में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। आधुनिक कृषि में उच्च उपज देने वाली किस्मों के उपयोग, फसल द्वारा अधिक मात्रा में पोषक तत्वों के निष्कासन, कम-सल्फर वाले उच्च-सांद्रता उर्वरकों के बढ़ते प्रयोग तथा कार्बनिक पदार्थों की कमी के कारण कई कृषि मृदाओं में सल्फर की उपलब्धता प्रभावित हुई है। एक हालिया समीक्षा में भी कृषि मृदाओं में उपलब्ध सल्फर की कमी और इसके बेहतर निदान एवं प्रबंधन की आवश्यकता पर प्रकाश डाला गया है।

मृदा में सल्फर के प्रमुख रूप

मृदा में सल्फर मुख्यतः कार्बनिक तथा अकार्बनिक रूपों में पाया जाता है। कार्बनिक सल्फर मृदा के कार्बनिक पदार्थ, सूक्ष्मजीवी अवशेष तथा फसल अवशेषों से जुड़ा रहता है। अकार्बनिक सल्फर में मुख्य रूप से सल्फेट तथा अपचयित सल्फर रूप, जैसे सल्फाइड, महत्वपूर्ण हैं। पौधों द्वारा सामान्यतः सल्फेट रूप का अवशोषण किया जाता है। हालांकि, मृदा में सल्फर का एक बड़ा हिस्सा सीधे पौधों के लिए उपलब्ध नहीं होता और सूक्ष्मजीवी खनिजीकरण के माध्यम से धीरे-धीरे उपलब्ध रूप में परिवर्तित होता है।

जलमग्न धान की मृदा में सल्फर की गतिशीलता

धान की मृदा में जल भरने के बाद सबसे पहले ऑक्सीजन की मात्रा कम होती है और धीरे-धीरे मृदा का ऑक्सीकरण-अपचयन विभव घटने लगता है। ऐसी अवायवीय परिस्थितियों में सूक्ष्मजीव सल्फेट को इलेक्ट्रॉन स्वीकर्ता के रूप में उपयोग कर सकते हैं। परिणामस्वरूप सल्फेट का अपचयन सल्फाइड में होता है। धान की जड़-क्षेत्र मृदा में सल्फेट-अपचयकारी सूक्ष्मजीवों की सक्रियता का प्रत्यक्ष प्रमाण उपलब्ध है। सल्फेट के अपचयन से बनने वाला सल्फाइड मृदा में हाइड्रोजन सल्फाइड, हाइड्रोसल्फाइड आयन तथा सल्फाइड आयन जैसे रूपों में मौजूद हो सकता है। इनमें से कुछ रूप फेरस आयन के साथ अभिक्रिया करके फेरस सल्फाइड जैसे अपेक्षाकृत कम घुलनशील यौगिक बना सकते हैं। इस प्रक्रिया के कारण मृदा विलयन में तत्काल उपलब्ध सल्फेट की मात्रा घट सकती है। दूसरी ओर, जब खेत में जल निकासी की जाती है और मृदा में ऑक्सीजन का प्रवेश बढ़ता है, तो सल्फाइड का ऑक्सीकरण होकर सल्फेट बनने लगता है। इस प्रकार धान की मृदा में सल्फर का चक्र सल्फेट → सल्फाइड → पुनः सल्फेट के रूप में निरंतर चलता रहता है।

कार्बनिक सल्फर का खनिजीकरण

मृदा में उपस्थित कार्बनिक पदार्थ सल्फर का एक महत्वपूर्ण भंडार है। फसल अवशेष, गोबर की खाद, कम्पोस्ट तथा अन्य जैविक पदार्थों के अपघटन से कार्बनिक सल्फर धीरे-धीरे अकार्बनिक रूपों में परिवर्तित होता है। इस प्रक्रिया को सल्फर खनिजीकरण कहा जाता है। जलमग्न धान की मृदाओं में किए गए एक अध्ययन में 28 सप्ताह की ऊष्मायन अवधि के दौरान विभिन्न मृदाओं में कुल अकार्बनिक सल्फर का खनिजीकरण लगभग 16.7-36.2 मिलीग्राम सल्फर प्रति किलोग्राम मृदा पाया गया।

धान की मृदा में सल्फर के विभिन्न पूलों का महत्व

सल्फर की उपलब्धता को समझने के लिए सल्फर के विभिन्न पूलों का अध्ययन महत्वपूर्ण है। कार्बनिक सल्फर के कुछ अंश अपेक्षाकृत शीघ्र खनिजीकृत होते हैं, जबकि कुछ स्थिर रूप में लंबे समय तक मृदा में बने रहते हैं। जलमग्न दशाओं में सल्फेट, कार्बनिक सल्फर और अपचयित अकार्बनिक सल्फर के बीच संतुलन बदल सकता है। फसल अवशेषों तथा सल्फेट के संयुक्त प्रयोग से जलमग्न मृदा में सल्फर के अपचयित अकार्बनिक पूल के निर्माण में वृद्धि देखी गई है।

हालिया अध्ययन में पाया गया कि गेहूँ के भूसे तथा सल्फेट के संयुक्त प्रयोग ने जलमग्न मृदा में सल्फर रूपांतरण को प्रभावित किया और फेरस तथा सल्फेट अपचयन से जुड़े सूक्ष्मजीवी तंत्रों ने इस परिवर्तन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई।

सल्फर की उपलब्धता को प्रभावित करने वाले कारक

मृदा कार्बनिक पदार्थ

मृदा कार्बनिक पदार्थ सल्फर का प्रमुख भंडार है। अधिक कार्बनिक पदार्थ वाली मृदाओं में सल्फर के खनिजीकरण की संभावना अधिक होती है। इसके विपरीत, कम जैविक कार्बन वाली मृदाओं में सल्फर की आपूर्ति क्षमता सीमित हो सकती है।

जलमग्नता

लंबे समय तक जलभराव सल्फेट के अपचयन को बढ़ावा देता है। इसलिए धान की मृदा में सल्फर का व्यवहार जलमग्न एवं ऑक्सीकृत अवस्थाओं के बीच लगातार बदलता रहता है।

ऑक्सीकरण-अपचयन विभव

मृदा का ऑक्सीकरण-अपचयन विभव सल्फर के रासायनिक रूपों को नियंत्रित करने वाला महत्वपूर्ण कारक है। उच्च ऑक्सीकरण-अपचयन विभव पर ऑक्सीकृत सल्फेट का प्रभुत्व होता है, जबकि कम ऑक्सीकरण-अपचयन विभव पर सल्फाइड एवं अन्य अपचयित रूपों की मात्रा बढ़ सकती है।

मृदा पीएच

पीएच सल्फर की घुलनशीलता, सूक्ष्मजीवी गतिविधि तथा आयरन और अन्य तत्वों के साथ सल्फर की अंतःक्रिया को प्रभावित करता है। इसलिए अम्लीय, क्षारीय तथा लवणीय मृदाओं में सल्फर की उपलब्धता अलग-अलग हो सकती है।

मृदा बनावट

हल्की बनावट वाली मृदाओं में सल्फेट के लीचिंग की संभावना अपेक्षाकृत अधिक हो सकती है, जबकि चिकनी एवं कार्बनिक पदार्थ से समृद्ध मृदाओं में सल्फर का प्रतिधारण अधिक हो सकता है।

धान में सल्फर की कमी एवं उसका निदान

सल्फर की कमी से धान की वृद्धि, प्रकाश संश्लेषण, प्रोटीन संश्लेषण तथा अंततः उपज प्रभावित हो सकती है। सामान्यतः नई पत्तियों में पीलापन, पौधों की कमजोर वृद्धि तथा कम जैवभार जैसे लक्षण दिखाई दे सकते हैं। हालांकि सल्फर की कमी के लक्षण नाइट्रोजन की कमी से मिलते-जुलते हो सकते हैं। इसलिए केवल दृश्य लक्षणों के आधार पर सल्फर की कमी का निर्धारण करना उचित नहीं है।

निष्कर्ष

धान की मृदा में सल्फर एक गतिशील एवं ऑक्सीकरण-अपचयन के प्रति संवेदनशील पोषक तत्व है, जिसकी उपलब्धता मृदा की जल स्थिति, कार्बनिक पदार्थ, पीएच, ऑक्सीकरण-अपचयन विभव, सूक्ष्मजीवी गतिविधि, आयरन की स्थिति तथा उर्वरक प्रबंधन द्वारा नियंत्रित होती है। जलमग्न परिस्थितियों में सल्फेट का अपचयन होकर सल्फाइड बन सकता है, जबकि ऑक्सीजन की पुनः उपलब्धता पर अपचयित सल्फर का ऑक्सीकरण होकर सल्फेट बनता है। इसी प्रकार, कार्बनिक सल्फर का सूक्ष्मजीवी खनिजीकरण धान को सल्फर की महत्वपूर्ण आपूर्ति करता है।