

धान में मीथेन उत्सर्जन को कम करने के लिए जल, पोषक तत्व एवं फसल प्रबंधन

दीपक कुमार¹, सुशील कुमार सिंह², *रामदास यादव² एवं शिवम द्विवेदी³

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

²शोध छात्र, मृदा विज्ञान विभाग, बांदा कृषि एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, बांदा

³एमएससी छात्र, शस्य विज्ञान विभाग, आचार्य नरेंद्र देव कृषि एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, अयोध्या

*संवादी लेखक का ईमेल पता: ramdasvadav2003@gmail.com

धान की खेती मुख्यतः उन क्षेत्रों में की जाती है जहाँ पर्याप्त जल उपलब्ध होता है और कई उत्पादन प्रणालियों में फसल अवधि के दौरान खेत को लगातार जलमग्न रखा जाता है। निरंतर जलभराव के कारण मृदा में ऑक्सीजन की उपलब्धता तेजी से कम होती है और मृदा का वातावरण अपचायक या अवायवीय बन जाता है। ऐसी परिस्थितियाँ मीथेनोजेनिक सूक्ष्मजीवों की गतिविधि के लिए अनुकूल होती हैं। परिणामस्वरूप, कार्बनिक पदार्थों के अपघटन से उत्पन्न सरल कार्बन यौगिक मीथेन में परिवर्तित होने लगते हैं। धान की मृदा में मीथेन उत्पादन मुख्य रूप से मृदा की जल स्थिति, उपलब्ध कार्बनिक कार्बन, तापमान, पीएच, इलेक्ट्रॉन स्वीकर्ताओं, जड़ों से निकलने वाले कार्बनिक पदार्थ तथा सूक्ष्मजीवी गतिविधि से नियंत्रित होता है। धान उत्पादन में मीथेन उत्सर्जन मुख्यतः अवायवीय परिस्थितियों से संबंधित है, जबकि जल प्रबंधन में परिवर्तन नाइट्रस ऑक्साइड उत्सर्जन को भी प्रभावित कर सकते हैं। इसलिए मीथेन को कम करने वाली तकनीक का मूल्यांकन केवल मीथेन के आधार पर नहीं, बल्कि कुल ग्लोबल वार्मिंग प्रभाव के आधार पर किया जाना चाहिए।

धान की मृदा में मीथेन निर्माण की प्रक्रिया

धान के खेत में मीथेन निर्माण एक जैव-रासायनिक प्रक्रिया है। जब खेत लंबे समय तक जलमग्न रहता है तो वायुमंडलीय ऑक्सीजन का प्रवेश सीमित हो जाता है। सूक्ष्मजीव पहले उपलब्ध ऑक्सीजन का उपयोग करते हैं और उसके बाद नाइट्रेट, मैंगनीज, आयरन तथा सल्फेट जैसे इलेक्ट्रॉन स्वीकर्ताओं का अपचयन होता है। इन प्रक्रियाओं के बाद अत्यधिक अपचायक वातावरण में मीथेनोजेनिक सूक्ष्मजीव सक्रिय हो जाते हैं। कार्बनिक पदार्थों के अपघटन से कार्बनिक अम्ल, एसिटेट, हाइड्रोजन तथा कार्बन डाइऑक्साइड जैसे यौगिक बनते हैं। मीथेनोजेन इन्हीं पदार्थों का उपयोग करके मीथेन बनाते हैं। उत्पादित मीथेन का एक भाग मृदा में ऑक्सीकृत होकर कार्बन डाइऑक्साइड में बदल सकता है, जबकि शेष भाग धान की जड़ों एवं एरेनकाइमा ऊतक के माध्यम से वायुमंडल में पहुँच जाता है। इसलिए मीथेन उत्सर्जन को कम करने का मूल सिद्धांत है लंबे समय तक अत्यधिक अवायवीय दशाओं को कम करना, आसानी से अपघटित होने वाले कार्बन की उपलब्धता को नियंत्रित करना तथा मृदा में ऑक्सीकरण की प्रक्रिया को बढ़ाना।

जल प्रबंधन द्वारा मीथेन उत्सर्जन में कमी

निरंतर जलभराव की समस्या

पारंपरिक धान उत्पादन में लगातार जलभराव मृदा को लंबे समय तक अवायवीय बनाए रखता है। इससे मीथेनोजेनिक सूक्ष्मजीवों की सक्रियता बढ़ती है और मीथेन उत्पादन में वृद्धि होती है। इसलिए लगातार जलभराव के स्थान पर नियंत्रित सिंचाई एवं समय-समय पर जल निकासी को अपनाना मीथेन प्रबंधन की महत्वपूर्ण रणनीति है।

खेत का आंशिक सूखना

खेत का आंशिक सूखना धान में जल बचत तथा मीथेन नियंत्रण की सबसे महत्वपूर्ण तकनीकों में से एक है। इसमें खेत को लगातार जलमग्न रखने के बजाय सिंचाई के बाद खेत में पानी का स्तर एक निश्चित सीमा तक नीचे जाने दिया जाता है और फिर पुनः सिंचाई की जाती है। मृदा में ऑक्सीजन का प्रवेश बढ़ता है, रेडॉक्स विभव में परिवर्तन होता है तथा मीथेनोजेन की गतिविधि बाधित होती है। जल उपयोग में लगभग 30 प्रतिशत तक कमी तथा मीथेन उत्सर्जन में लगभग 30 से 70 प्रतिशत तक कमी संभव हो सकती है, हालांकि वास्तविक प्रभाव मृदा, मौसम, जल प्रबंधन और खेत की परिस्थितियों पर निर्भर करता है। हालिया वैश्विक मेटाविश्लेषण में विभिन्न जल-बचत सिंचाई प्रणालियों ने पारंपरिक जलभराव की तुलना में मीथेन उत्सर्जन में औसतन लगभग 71 प्रतिशत कमी दिखाई, जबकि ग्लोबल वार्मिंग क्षमता में लगभग 55 प्रतिशत कमी देखी गई। हालांकि नाइट्रस ऑक्साइड उत्सर्जन में वृद्धि की संभावना भी सामने आई, इसलिए कुल ग्रीनहाउस गैस प्रभाव का मूल्यांकन आवश्यक है।

जल प्रबंधन में सावधानियाँ

खेत का आंशिक सूखना को बिना वैज्ञानिक निगरानी के अत्यधिक सुखाने वाली प्रणाली में परिवर्तित नहीं करना चाहिए। विशेष रूप से फूल आने और दाना भरने की महत्वपूर्ण अवस्थाओं में जल तनाव से उपज प्रभावित हो सकती है। अतः “कम पानी” के बजाय “सही समय पर सही मात्रा में पानी” का सिद्धांत अपनाना चाहिए।

पोषक तत्व प्रबंधन द्वारा मीथेन नियंत्रण**नाइट्रोजन प्रबंधन**

नाइट्रोजन धान की वृद्धि एवं उपज के लिए अत्यंत आवश्यक पोषक तत्व है, लेकिन इसकी मात्रा, स्रोत, समय एवं विधि मीथेन तथा नाइट्रस ऑक्साइड उत्सर्जन को प्रभावित कर सकती है। अत्यधिक नाइट्रोजन प्रयोग से पौधे की वृद्धि, जड़ गतिविधि तथा मृदा में कार्बन प्रवाह बदल सकता है और इसके कारण ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन की प्रतिक्रिया जटिल हो सकती है।

फॉस्फोरस एवं पोटैशियम प्रबंधन

फॉस्फोरस एवं पोटैशियम को केवल मीथेन नियंत्रण के दृष्टिकोण से नहीं, बल्कि संतुलित पोषण एवं पौधे की समग्र दक्षता के संदर्भ में देखना चाहिए। संतुलित पोषण से जड़ वृद्धि, प्रकाश संश्लेषण, जल उपयोग दक्षता तथा पौधे की तनाव सहनशीलता में सुधार हो सकता है। इसलिए मृदा परीक्षण आधारित नाइट्रस ऑक्साइड प्रबंधन अपनाना आवश्यक है।

जैविक उर्वरक एवं जैविक संशोधक

गोबर की खाद, कम्पोस्ट, प्रेसमड और अन्य जैविक पदार्थ मृदा की भौतिक एवं जैविक गुणवत्ता सुधार सकते हैं, लेकिन धान की जलमग्न मृदा में आसानी से अपघटित होने वाले कार्बनिक पदार्थ का अत्यधिक प्रयोग मीथेन उत्पादन को बढ़ा सकता है। इसलिए जैविक स्रोतों की मात्रा, कार्बन अनुपात, अपघटन की दर और जल प्रबंधन को एक साथ निर्धारित करना चाहिए।

फसल अवशेष प्रबंधन एवं मीथेन उत्सर्जन

धान की खेती में फसल अवशेषों को खेत में वापस मिलाना मृदा कार्बनिक पदार्थ, पोषक तत्व पुनर्चक्रण तथा मृदा स्वास्थ्य के लिए लाभकारी हो सकता है। लेकिन जलमग्न परिस्थितियों में ताजा एवं आसानी से अपघटित होने वाले अवशेषों की अधिक मात्रा मीथेनोजेनिक सूक्ष्मजीवों के लिए कार्बन स्रोत उपलब्ध कराती है। इसलिए अवशेष प्रबंधन को जल प्रबंधन से अलग नहीं देखा जा सकता। यदि बड़ी मात्रा में ताजा अवशेष खेत में मिलाए जाएँ और उसके बाद खेत को लगातार जलमग्न रखा जाए, तो मीथेन उत्सर्जन बढ़ने की संभावना रहती है।

निष्कर्ष

धान की जलमग्न मृदा में मीथेन उत्सर्जन एक जटिल जैव-भौतिक एवं कृषि प्रबंधन संबंधी प्रक्रिया है। इसका प्रभाव केवल जलभराव से निर्धारित नहीं होता, बल्कि मृदा कार्बन, नाइट्रोजन प्रबंधन, फसल अवशेष, तापमान, मृदा रेडॉक्स स्थिति, पौधे की जड़ गतिविधि तथा सूक्ष्मजीवी समुदायों की पारस्परिक क्रियाओं से निर्धारित होता है। खेत का आंशिक सूखना, नियंत्रित सिंचाई, संतुलित एवं विभाजित पोषक तत्व प्रबंधन, वैज्ञानिक फसल अवशेष प्रबंधन, उपयुक्त स्थापना विधि तथा आवश्यकता आधारित मृदा संशोधकों का प्रयोग धान में मीथेन उत्सर्जन कम करने के लिए प्रभावी विकल्प हैं। हालिया साक्ष्य यह भी बताता है कि जल-बचत तकनीकों से मीथेन में बड़ी कमी संभव है, लेकिन नाइट्रस ऑक्साइड तथा उपज पर संभावित प्रभावों को साथ में देखना आवश्यक है। अतः भविष्य की जलवायु-स्मार्ट धान उत्पादन प्रणाली का आधार किसी एक तकनीक के बजाय “जल, पोषक तत्व, फसल अवशेष, मृदा स्वास्थ्य, सूक्ष्मजीविकी” का समेकित प्रबंधन होना चाहिए। इस दृष्टिकोण से धान की उत्पादकता एवं खाद्य सुरक्षा को बनाए रखते हुए जल संसाधनों का संरक्षण, नाइट्रोजन उपयोग दक्षता में सुधार और कृषि क्षेत्र से ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन में कमी प्राप्त की जा सकती है।