

अर्धवार्षिक हिंदी ई-पत्रिका

कृषि ज्ञान सुधा

जुलाई 2025 अंक



**बायोस्टिमुलेंट्स (जैव-उत्तेजक): कृषि में
जलवायु-प्रेरित तनावों को कम करने के लिए
एक पर्यावरण-अनुकूल रणनीति**

आशा साहू, के भारती, एस आर मोहंती, सुदेशना भट्टाचार्य,
राकेश परमार, निशा साहू एवं सावी गिरोठिया
भाकृअनुप-भारतीय मृदा विज्ञान संस्थान, भोपाल
(मध्य प्रदेश) - 462038

सारांश

जलवायु परिवर्तन से उत्पन्न सूखा, लवणता, तापमान वृद्धि और वर्षा की अनिश्चितता जैसी समस्याएँ कृषि उत्पादकता पर गंभीर प्रभाव डाल रही हैं। इन परिस्थितियों में बायोस्टिमुलेंट्स (जैव-उत्तेजक) एक पर्यावरण-अनुकूल समाधान के रूप में उभरे हैं। ये प्राकृतिक स्रोतों से प्राप्त जैविक यौगिक या सूक्ष्मजीव होते हैं जो पौधों की पोषक तत्व उपयोग दक्षता, तनाव सहनशीलता, और गुणवत्ता को बेहतर बनाने में सहायक हैं। लेख में ह्यूमिक अम्ल, समुद्री शैवाल अर्क, प्रोटीन हाइड्रोलाइज़ेट, पीजीपीआर, ट्राइकोडर्मा आदि जैव-उत्तेजकों की कार्यप्रणाली, वर्गीकरण और प्रभाव पर चर्चा की गई है। ये न केवल पोषक तत्वों के अवशोषण और जड़ विकास को प्रोत्साहित करते हैं, बल्कि मिट्टी की संरचना और राइजोम क्षेत्र की जैव विविधता को भी बढ़ाते हैं। इसके अलावा, जैव-उत्तेजक पारंपरिक रासायनिक उर्वरकों के उपयोग को घटाकर ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन में भी कमी लाते हैं। हालांकि, इनकी विविध संरचना, प्रतिक्रिया की जटिलता और नियामकीय सीमाएं अनुसंधान और मानकीकरण की आवश्यकता दर्शाती हैं। यह लेख इस दिशा में एक ठोस कदम है, जो टिकाऊ कृषि और जलवायु लचीलापन की ओर संकेत करता है।

जलवायु परिवर्तन फसल उत्पादकता को प्रभावित करने वाला एक महत्वपूर्ण कारक है और वैश्विक खाद्य प्रणालियों की स्थिरता को खतरे में डालता है। सूखा, बाढ़, लवणता और अधिक तापमान जैसे घटनाएँ प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से फसल की पैदावार को प्रभावित करती हैं। 21वीं सदी के अंत तक वैश्विक तापमान में 1.5 से 2 डिग्री सेल्सियस की वृद्धि होने का अनुमान है। यह विशेष रूप से भारत जैसे विकासशील देशों के लिए चिंताजनक है, जहाँ लगभग दो-तिहाई कृषि योग्य भूमि वर्षा पर निर्भर है। इसके अतिरिक्त, हाल के दशकों में वर्षा में तो वृद्धि हुई है, लेकिन बारिश के दिन कम हुए हैं। भारत में मिट्टी का क्षरण, कटाव, लवणता, जलभराव और वायु कटाव के कारण लगभग 147 मिलियन हेक्टेयर ज़मीन को प्रभावित करता है। इन चुनौतियों के समाधान करने के लिए, संधारणीय और एकीकृत फसल उत्पादन प्रणाली आवश्यक हैं। शोध अब तकनीकी हस्तक्षेपों के माध्यम से जलवायु अनुकूलन और शमन रणनीतियों की ओर स्थानांतरित हो गया है जो पारिस्थितिक बहाली को बढ़ावा देते हैं। इनमें से, बायोस्टिमुलेंट्स (जैव-उत्तेजक) एक आशाजनक समाधान के रूप में उभरे हैं। यह प्राकृतिक रूप से प्राप्त पदार्थ या सूक्ष्मजीव होते हैं जो विशेष रूप से तनाव की स्थिति में पौधों की शारीरिक प्रक्रियाओं को बढ़ाते हैं।

भारत के उर्वरक नियंत्रण संशोधन आदेश (2021) के अनुसार, इसे पोषक तत्वों के अवशोषण, उपज गुणवत्ता में विकास और तनाव सहनशीलता में सुधार करने के लिए उपयोग कर सकते हैं। वनस्पति अर्क (जैसे, समुद्री शैवाल), अमीनो एसिड, प्रोटीन हाइड्रोलिसेट्स, विटामिन, एंटीऑक्सिडेंट, ह्यूमिक पदार्थ और माइक्रोबियल मेटाबोलाइट्स को जैव उत्तेजक के रूप में उपयोग कर सकते हैं। पारंपरिक उर्वरकों के विपरीत, इन्हें काफ़ी कम मात्रा में इस्तेमाल करना होता है, जिससे कृषि में रासायनिक इनपुट पर निर्भरता को कम कर के पारिस्थितिक लाभ प्रदान किया जा सकता है।

2050 तक यूरोपीय संघ का लक्ष्य है कि 30% रासायनिक उर्वरकों के बदले जैविक विकल्पों का उपयोग करना है। इसलिए टिकाऊ कृषि और खाद्य

सुरक्षा में जैव उत्तेजक का उपयोग तेजी से बढ़ रहा है। कई अध्ययनों के अनुसार बायो स्टीमुलेंट उपयोग से विभिन्न फसलों के उपज में लगभग 18% की वृद्धि पाई गई है। इसके अलावा, रासायनिक उर्वरकों के उपयोग को कम करके ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को कम करने में भी कारगर है।

इन लाभों के बावजूद, जैव उत्तेजक की जटिल संरचना उनके सहक्रियात्मक प्रभावों का अध्ययन करना चुनौतीपूर्ण बनाती है, जो पौधों की प्रजातियों, तनाव के प्रकार और अनुप्रयोग विधि के अनुसार भिन्न होते हैं। प्रतिक्रियाओं में रूपात्मक परिवर्तन, हार्मोनल मॉड्यूलेशन और परिवर्तित जीन अभिव्यक्ति शामिल हैं।

यह लेख फसल उत्पादकता और गुणवत्ता को बनाए रखते हुए, जलवायु-जनित अजैविक तनावों जैसे सूखा, लवणता और गर्मी को कम करने के लिए एक पर्यावरण-अनुकूल रणनीति के रूप में जैव-उत्तेजक पदार्थों की क्षमता पर प्रकाश डालता है।

बायोस्टीमुलेंट्स (जैव-उत्तेजक)

जैव-उत्तेजक ऐसे कार्बनिक पदार्थ या सूक्ष्मजीव होते हैं जिनका उपयोग पौधों पर पोषक तत्वों के उपयोग में सुधार, तनाव सहनशीलता को बढ़ावा देने और फसल की गुणवत्ता को बेहतर बनाने के लिए किया जाता है। ये मिट्टी में आसानी से धुल जाते हैं और राइजोस्फीयर डाइवर्सिटी में गुणन करते हैं, जिससे फसलों को पर्यावरणीय तनावों का सामना करने और रासायनिक उर्वरकों और कीटनाशकों के कम उपयोग के साथ बेहतर उपज प्राप्त करने में मदद मिलती है।

इन्हें निम्नलिखित तरीकों से उपयोग में लाया जा सकता है:

- पर्णीय छिड़काव
- उर्वरीकरण
- सीधे मिट्टी में छिड़काव



आकृति 1: जैव-उत्तेजकों का पर्णीय छिड़काव

ये विधियाँ स्वस्थ वृद्धि और बेहतर फसल गुणवत्ता को बढ़ावा देती हैं। ये अपनी जैविक और प्राकृतिक उत्पत्ति के कारण अद्वितीय हैं। कुल मिलाकर, वे रासायनिक आदानों का एक स्थायी विकल्प प्रदान करते हैं, जो पर्यावरण की रक्षा करने और दीर्घकालिक कृषि उत्पादकता को बढ़ावा देने में मदद करते हैं।

जैव-उत्तेजकों को मोटे तौर पर गैर-सूक्ष्मजीव और सूक्ष्मजीवी प्रकारों में वर्गीकृत किया जा सकता है (तालिका 1):

तालिका 1: जैव-उत्तेजकों का वर्गीकरण, कार्य और उदाहरण

श्रेणी	उदाहरण	कार्यक्षमता
गैर- सूक्ष्मजीव	ह्यूमिक समुद्री अर्क, प्रोटीन हाइड्रोलाइज़ेट, अमीनो एसिड, विटामिन, सिलिकान	पदार्थ, शैवाल के सुधार, पोषक तत्वों प्रोटीन के अवशोषण को हाइड्रोलाइज़ेट, अमीनो बढ़ावा, हार्मोन को एसिड, विटामिन, नियंत्रित करता है
सूक्ष्मजीव	पीजीपीआर, माइकोराइज़ल कवक, ट्राइकोडर्मा प्रजातियाँ	जड़ों की वृद्धि को माइकोराइज़ल कवक, प्रोत्साहित करते हैं, पोषक तत्वों की उपलब्धता बढ़ाते हैं, रोगजनकों के प्रति प्रतिरोध बढ़ाते हैं

पोषक तत्व अधिग्रहण के लाभ

जैव-उत्तेजक ट्रांसपोर्टर जीन को बढ़ाकर और मृदा संरचना में सुधार करके पोषक तत्वों के अवशोषण को बढ़ाते हैं (तालिका 2)।

तालिका 2: पोषक तत्वों के अवशोषण पर जैव-उत्तेजक पदार्थों का प्रभाव

जैव उत्तेजक	फसल	प्रभावित पोषक तत्व
ह्यूमिक अम्ल	मक्का	N, P, K, Fe, Mn
समुद्री अर्क	शैवाल सोयाबीन	N, P, K, Zn
PGPR (बेसिलस)	बहु-फसल स्थिरीकरण	P घुलनशीलता

जैव-उत्तेजक फसलों में पोषक तत्वों के अवशोषण और संचलन को महत्वपूर्ण रूप से बढ़ाते हैं। कार्बन-समृद्ध ह्यूमिक पदार्थ जैसे ह्यूमिक अम्ल और फुल्विक अम्ल, नाइट्रोजन अधिग्रहण, एंजाइम की गतिविधियां और पोषक तत्व उपलब्धता में सुधार करते हैं। ये जड़ में वृद्धि तथा मृदा संरचना को भी बेहतर बनाते हैं, जिससे पोषक तत्वों की उपलब्धता और भी बढ़ जाती है।

समुद्री शैवाल के अर्क में सूक्ष्म और स्थूल पोषक तत्व, अमीनो अम्ल, विटामिन और फाइटोहॉर्मोन होते हैं जो पोषक तत्व, जीन विनियमन और तनाव सहनशीलता में सुधार करते हैं। इसका प्रयोग पोषक तत्वों के अवशोषण को बढ़ाता है और कम तापमान जैसे तनाव में भी पौधों के चयापचय में सुधार करता है।

पीजीपीआर, माईकोराइज़ा, ट्राइकोडर्मा और साइनोबैक्टीरिया सहित सूक्ष्मजीवी जैसे जैव उत्तेजक, पोषक तत्वों की घुलनशीलता (जैसे, नाइट्रोजन, फास्फोरस, लोहा, पोटेशियम), जड़ के विकास और प्रकाश संश्लेषण को बढ़ावा देते हैं, और ये तनाव (जैसे, लवणता) में आयन संतुलन बनाए रखने में मदद करते हैं। ये सूक्ष्मजीव एंटीऑक्सीडेंट गतिविधि और मिट्टी

की गुणवत्ता को भी बढ़ावा देते हैं, जिससे अंततः फसल की वृद्धि और उपज में सुधार होता है। संक्षेप में, बायोस्टिमुलेंट्स मृदा में जैविक तंत्रों के माध्यम से पौधों के पोषण में सुधार करते हैं, जिससे वे विभिन्न पर्यावरणीय परिस्थितियों में पोषक तत्व दक्षता और फसल उत्पादकता बढ़ाने के लिए मूल्यवान माध्यम बन जाते हैं।

चुनौतियाँ और भविष्य की दिशाएँ

अपनी विभिन्न गुणों के बावजूद, बायोस्टिमुलेंट्स को नियामक, मापनीयता और मानकीकरण संबंधी बाधाओं का सामना करना पड़ता है। इसलिए भविष्य के शोध को निर्माण, अनुप्रयोग और सत्यापन रणनीतियों पर केंद्रित होना चाहिए। बायोस्टिमुलेंट्स पारंपरिक कृषि रसायनों का एक स्थायी और पर्यावरण के अनुकूल विकल्प प्रदान करते हैं। पोषक तत्वों की दक्षता में सुधार और तनाव सहनशीलता बढ़ाने में उनकी बहुमुखी भूमिकाएँ उन्हें जलवायु-जनित कृषि चुनौतियों से निपटने में महत्वपूर्ण बनाती हैं।

समाप्त

ISBN: 978-93-343-6466-8

कृषि ज्ञान सुधा