

बायोचार आधारित मंद-विमोचक उर्वरक: टिकाऊ खेती की नई राह

शिवांक प्रजापति^{1*}, रुचि राजपूत¹, अर्तिका सिंह कुशवाहा² और तेजबल सिंह³
¹पीएच.डी. शोधार्थी, शस्य विज्ञान एवं कृषि मौसम विज्ञान विभाग, कृषि महाविद्यालय, रानी लक्ष्मीबाई केंद्रीय कृषि विश्वविद्यालय, झाँसी, उत्तर प्रदेश- 284003
²वरिष्ठ वैज्ञानिक, शस्य विज्ञान एवं कृषि मौसम विज्ञान विभाग, कृषि महाविद्यालय, रानी लक्ष्मीबाई केंद्रीय कृषि विश्वविद्यालय, झाँसी, उत्तर प्रदेश- 284003
³सहायक प्राध्यापक, एग्रोनॉमी अनुभाग, कृषि विज्ञान संकाय, अलीगढ़ मुस्लिम विश्वविद्यालय, अलीगढ़, उत्तर प्रदेश- 202002
*E-mail: shivankprajapati52@gmail.com

भूमिका : खेती के समक्ष बढ़ती चुनौतियाँ

भारतीय कृषि आज एक गम्भीर दुविधा के दौर से गुजर रही है। एक ओर जनसंख्या वृद्धि के कारण खाद्य-सुरक्षा की माँग निरन्तर बढ़ रही है, तो दूसरी ओर खेती की उत्पादन-लागत दिन-प्रतिदिन बढ़ती जा रही है। रासायनिक उर्वरकों और कीटनाशकों के अत्यधिक एवं असंतुलित प्रयोग ने अल्पकाल में उत्पादन तो बढ़ाया, परन्तु दीर्घकाल में मिट्टी की उपजाऊ शक्ति को गम्भीर रूप से क्षति पहुँचाई है। मिट्टी की संरचना कमजोर हुई है, जैविक पदार्थों की मात्रा घटी है, जल-धारण क्षमता कम हुई है तथा भूमिगत जल और पर्यावरण प्रदूषण की समस्या गहराई है।

ऐसी परिस्थितियों में कृषि को ऐसे विकल्पों की आवश्यकता है, जो उत्पादन को बनाए रखते हुए लागत को कम करें, मिट्टी को पुनर्जीवित करें तथा पर्यावरण-संतुलन को भी सुरक्षित रखें। इसी संदर्भ में बायोचार आधारित मंद-विमोचक उर्वरक एक अत्यन्त आशाजनक, वैज्ञानिक रूप से प्रमाणित तथा भविष्य उन्मुख समाधान के रूप में उभर कर सामने आए हैं।

बायोचार: मिट्टी का संरक्षक कार्बन

बायोचार एक काले रंग का, अत्यन्त छिद्रयुक्त एवं कार्बन-समृद्ध पदार्थ है, जिसे गोबर, फसल-अवशेष, लकड़ी, भूसा, पत्तियाँ एवं अन्य जैव-अपशिष्टों को नियंत्रित ताप पर ऑक्सीजन की सीमित उपस्थिति में गर्म करके (उष्मीय अपघटन) तैयार किया जाता है। इसकी संरचना चारकोल जैसी होती है, परन्तु इसका उद्देश्य ईंधन नहीं बल्कि मिट्टी-सुधारक के रूप में उपयोग है। बायोचार की प्रमुख विशेषताएँ इसे कृषि के लिए अत्यन्त उपयोगी बनाती हैं:-

- यह मिट्टी की भौतिक संरचना को स्थिर करता है।

- मिट्टी की जल-धारण क्षमता में उल्लेखनीय वृद्धि करता है।
- लाभकारी सूक्ष्मजीवों के लिए सुरक्षित आवास प्रदान करता है।
- मिट्टी में कार्बन को दीर्घकाल तक स्थिर बनाए रखता है।
- अम्लीय एवं क्षारीय मिट्टियों में संतुलन स्थापित करने में सहायक होता है।

मंद-विमोचक उर्वरक: पौधों के अनुरूप पोषण

मंद-विमोचक उर्वरक ऐसे उर्वरक होते हैं, जो पौधों को पोषक तत्त्व एक साथ न देकर धीरे-धीरे, आवश्यकता के अनुरूप और लम्बे समय तक उपलब्ध कराते हैं। पारम्परिक उर्वरकों में नाइट्रोजन, फॉस्फोरस और पोटैश का बड़ा भाग बहाव, वाष्पीकरण या रिसाव के कारण नष्ट हो जाता है, जिससे न केवल आर्थिक हानि होती है बल्कि पर्यावरण प्रदूषण भी बढ़ता है।

मंद-विमोचक उर्वरक:-

- उर्वरक की उपयोग-दक्षता को बढ़ाते हैं,
- बार-बार खाद डालने की आवश्यकता को कम करते हैं,
- पौधों को संतुलित एवं सतत पोषण प्रदान करते हैं।

बायोचार आधारित मंद-विमोचक उर्वरक की विशिष्टता

बायोचार आधारित मंद-विमोचक उर्वरकों में बायोचार एक प्राकृतिक धारक (Carrier) की भूमिका निभाता है। इसके सूक्ष्म छिद्र पोषक तत्त्वों को अवशोषित कर लेते हैं और मिट्टी की नमी, तापमान तथा जैविक सक्रियता के अनुसार धीरे-धीरे विमोचित करते हैं।

इसके प्रमुख लाभ निम्नलिखित हैं:-

- उर्वरक उपयोग दक्षता में उल्लेखनीय वृद्धि।
- नाइट्रोजन के रिसाव एवं गैसीय हानि में स्पष्ट कमी।
- मिट्टी की नमी बनाए रखने की क्षमता में सुधार।

- सूक्ष्मजीवों की संख्या एवं सक्रियता में वृद्धि।
- जड़ों की बेहतर वृद्धि एवं पोषण अवशोषण।
- फसलों में तनाव-सहनशीलता का विकास।

निर्माण विधियाँ: वैज्ञानिकता और सरलता का संगम

बायोचार आधारित मंद-विमोचक उर्वरकों का निर्माण विभिन्न वैज्ञानिक विधियों से किया जा सकता है—

1. उष्मीय अपघटन के साथ पोषक तत्त्व स्थिरीकरण जैव पदार्थों और पोषक तत्त्वों का संयुक्त ताप-उपचार।
2. संयुक्त उष्मीय अपघटन बायोमास और उर्वरकों को एकसाथ गर्म कर स्थायी संरचना बनाना।
3. अवगाहन विधि बायोचार को पोषक तत्त्वों के घोल में डुबोकर उसके छिद्रों में भरना।
4. आवरण तकनीक बायोचार कणों पर प्राकृतिक या जैविक आवरण चढ़ाकर विमोचन को नियंत्रित करना।
5. दाने निर्माण तकनीक बायोचार एवं उर्वरक को मिलाकर दानेदार रूप देना।

कार्यप्रणाली: मिट्टी में धीरे-धीरे सक्रिय पोषण

इन उर्वरकों की प्रभावशीलता निम्न वैज्ञानिक सिद्धान्तों पर आधारित है—

- शोषण-विमोचन सिद्धान्त: छिद्रों के माध्यम से नियंत्रित पोषक विमोचन।
- आयन-विनिमय प्रक्रिया: पोषक आयनों का संतुलित आदान-प्रदान।
- अम्ल-क्षार संतुलन: मिट्टी के रासायनिक वातावरण को स्थिर रखना।
- सूक्ष्मजीव सक्रियता: जैविक खनिजीकरण को प्रोत्साहन।

किसानों के लिए प्रत्यक्ष लाभ

बायोचार आधारित मंद-विमोचक उर्वरकों से किसानों को अनेक व्यावहारिक लाभ प्राप्त होते हैं—

- उर्वरक लागत में कमी।
- उपज में वृद्धि एवं गुणवत्ता में सुधार।
- मिट्टी की दीर्घकालिक उर्वरता में बढ़ोतरी।
- भूमिगत जल प्रदूषण में कमी।
- जैविक, प्राकृतिक एवं शून्य-बाह्य-इनपुट खेती के लिए उपयुक्त।

वैज्ञानिक प्रमाण

विभिन्न अनुसंधानों में यह प्रमाणित हुआ है कि:-

- नाइट्रोजन उपयोग दक्षता में लगभग 30-35% तक वृद्धि हुई।
- धान, गेहूँ और मक्का जैसी प्रमुख फसलों में उपज में उल्लेखनीय सुधार देखा गया।
- मिट्टी के कार्बनिक पदार्थ की स्थिरता एवं जैविक सक्रियता में वृद्धि हुई।

चुनौतियाँ और आगे की दिशा

यद्यपि बायोचार आधारित उर्वरकों की संभावनाएँ व्यापक हैं, फिर भी कुछ चुनौतियाँ बनी हुई हैं—

- बायोचार की गुणवत्ता में असमानता।
- उत्पादन लागत अपेक्षाकृत अधिक होना।
- विभिन्न मिट्टी-प्रकारों एवं फसलों के लिए उपयुक्त मात्रा का निर्धारण।
- इन चुनौतियों के समाधान हेतु स्थानीय स्तर पर उत्पादन, प्रशिक्षण एवं अनुसंधान की आवश्यकता है।

उपसंहार

बायोचार आधारित मंद-विमोचक उर्वरक भारतीय कृषि के लिए एक ऐसा समाधान प्रस्तुत करते हैं, जो उत्पादन, पर्यावरण और किसानों की आय—तीनों के बीच संतुलन स्थापित करता है। यह तकनीक न केवल वर्तमान कृषि संकट का उत्तर है, बल्कि भविष्य की कृषि-सुरक्षा की मजबूत नींव भी रखती है। मिट्टी को पुनर्जीवित करने, खेती को टिकाऊ बनाने और किसानों को आत्मनिर्भर बनाने में इसकी भूमिका अत्यन्त महत्वपूर्ण सिद्ध हो सकती है।

