

कृषि में बायोचार: मृदा स्वास्थ्य का स्थायी समाधान

संदीप चौहान, योगेश कुमार एवं एस के पाण्डेय

कृषि विज्ञान केंद्र, इंदिरा गांधी राष्ट्रीय जनजातीय विश्वविद्यालय, अमरकंटक (म.प्र.)

भारत में बढ़ते कार्बन उत्सर्जन, घटती मृदा उर्वरता और जलवायु परिवर्तन की चुनौतियों के बीच बायोचार एक आशाजनक और वैज्ञानिक रूप से सिद्ध समाधान के रूप में उभरा है। यह न केवल मिट्टी में कार्बन को 100-1,000 वर्षों तक स्थिर रखता है, बल्कि उर्वरता, जलधारण क्षमता और सूक्ष्मजीवीय गतिविधि को भी बढ़ाता है। प्रस्तुत लेख में बायोचार की परिभाषा, निर्माण विधि, लाभ, उपयोग विधि और सावधानियों पर विस्तार से प्रकाश डाला गया है।

"बायोचार मिट्टी के लिए वही है, जो फेफड़ों के लिए स्वच्छ हवा – जीवन देने वाला, टिकाऊ और अपरिहार्य।"

बायोचार क्या है?

बायोचार एक गहरे काले रंग का, अत्यंत छिद्रयुक्त (Porous) कार्बन पदार्थ है, जिसे जैविक अवशेषों—जैसे फसल अवशेष, लकड़ी, गोबर, पत्तियाँ, फल-सब्जी अपशिष्ट आदि—को पायरोलिसिस (Pyrolysis) नामक प्रक्रिया द्वारा 300-700°C तापमान पर सीमित ऑक्सीजन में गर्म करके तैयार किया जाता है।

यह देखने में कोयले जैसा लगता है, किंतु इसके गुण पर्यावरण और कृषि के लिए अत्यंत लाभकारी हैं। इसकी छिद्रयुक्त संरचना

मिट्टी में पोषक तत्वों, जल और लाभकारी जीवाणुओं के लिए आदर्श आवास तैयार करती है।

मुख्य तथ्य एक नजर में

 कार्बन स्थिरता: 100-1,000 वर्ष|

 जलधारण वृद्धि: 15-40%|

 उत्पादन वृद्धि: 10-25%|

 खाद बचत: 20-30%

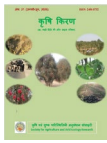
बायोचार क्यों आवश्यक है?

भारत की अधिकांश मिट्टियों में ऑर्गेनिक कार्बन की मात्रा मात्र 0.3-0.6% रह गई है, जबकि स्वस्थ मिट्टी के लिए इसे कम से कम 1.5-2% होना चाहिए। इसके प्रमुख कारण हैं:

- ✓ फसल अवशेषों को जलाने से मिट्टी के पोषक तत्व और कार्बन नष्ट होना
- ✓ रासायनिक खादों के अत्यधिक उपयोग से मृदा जीव-विविधता में कमी
- ✓ भूमि की जलधारण क्षमता और संरचना का लगातार हास
- ✓ जलवायु परिवर्तन के कारण अनियमित वर्षा और सूखे का बढ़ता प्रकोप

ऐसे में बायोचार एक स्थायी, टिकाऊ और जलवायु-अनुकूल समाधान प्रस्तुत करता है।

बायोचार कैसे बनता है? (पायरोलिसिस प्रक्रिया)



बायोचार निर्माण की पायरोलिसिस प्रक्रिया में तीन चरण होते हैं:

चरण 1 – बायोमास तैयारी: फसल अवशेष, लकड़ी, गोबर या पत्तियों को सुखाकर तैयार किया जाता है

चरण 2 – ताप उपचार: 300-700°C तापमान पर सीमित ऑक्सीजन में गर्म किया जाता है (Pyrolysis)

चरण 3 – तीन उत्पाद प्राप्त: बायोचार (ठोस) + बायो-तेल (तरल) + बायो-गैस (Syngas) बनते हैं

कृषि उपयोग के लिए मुख्यतः बायोचार (ठोस) को लिया जाता है। बायो-गैस से ऊर्जा और बायो-तेल से जैव-ईंधन भी बनाया जा सकता है।

बायोचार के प्रमुख लाभ

(क) मृदा स्वास्थ्य में सुधार

- ✓ मिट्टी में ऑर्गेनिक कार्बन की मात्रा में उल्लेखनीय वृद्धि
- ✓ मिट्टी की बनावट व संरचना में सुधार – रेतीली एवं चिकनी दोनों मिट्टियों में लाभकारी
- ✓ काली मिट्टी में दरारें कम होती हैं, रेतीली मिट्टी में जलधारण बढ़ती है
- ✓ मिट्टी का pH संतुलित होता है – अम्लीय मिट्टियों में विशेष लाभ

(ख) पोषक तत्वों की उपलब्धता

- ✓ नाइट्रोजन, फास्फोरस, पोटैश एवं सूक्ष्म पोषक तत्वों की धीमी व स्थायी उपलब्धता

- ✓ उर्वरकों का रिसाव (Leaching) 20-30% तक कम होता है

- ✓ रासायनिक खादों की आवश्यकता में 20-30% की कमी संभव

(ग) मृदा जीवाणुओं का संवर्धन

- ✓ बायोचार के छिद्र लाभकारी माइक्रोब्स के लिए आदर्श आवास बनाते हैं
- ✓ नाइट्रोजन स्थिरीकरण करने वाले जीवाणुओं की संख्या में वृद्धि
- ✓ माइकोराइजल कवक की सक्रियता बढ़ती है – पौधों की रोग-प्रतिरोधक क्षमता

(घ) जल प्रबंधन

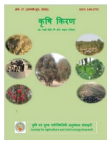
- ✓ मिट्टी में 15-40% अधिक पानी रोकने की क्षमता विकसित होती है
- ✓ सूखा प्रभावित और वर्षा-निर्भर क्षेत्रों के लिए वरदान
- ✓ सिंचाई की आवश्यकता 15-25% तक कम हो सकती है

(ङ) फसल उत्पादन में वृद्धि

- ✓ कई स्वतंत्र शोधों में 10-25% अधिक फसल उत्पादन प्रमाणित
- ✓ पौधों की जड़ें अधिक गहरी और मजबूत होती हैं
- ✓ सूखा, अधिक तापमान और लवणता जैसे तनावों से पौधों की सुरक्षा

(च) पर्यावरणीय लाभ

- ✓ कार्बन को 100-1,000 वर्षों तक मिट्टी में स्थायी रूप से संचित रखता है
- ✓ फसल अवशेष जलाने से होने वाले प्रदूषण को रोकता है



- ✓ भविष्य में कार्बन क्रेडिट से किसानों को अतिरिक्त आय संभव
- ✓ ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन (CH_4 , N_2O) में उल्लेखनीय कमी

बायोचार का उपयोग कैसे करें?

1. बायोचार को 'चार्ज' करना – एक अनिवार्य चरण

कच्चा बायोचार सीधे मिट्टी में डालने से यह नाइट्रोजन बांध लेता है, जो पौधों के लिए हानिकारक है। इसलिए इसे पहले 'चार्ज' (सक्रिय) करना अनिवार्य है:

1. 1 भाग बायोचार + 1 भाग गोबर खाद/कम्पोस्ट को अच्छी तरह मिलाएँ
2. ढेर को 10-15 दिन तक नम रखें और बीच-बीच में पलटें
3. चार्ज बायोचार की खुशबू बदलती है – यह तैयार होने का संकेत है
4. इसके बाद ही इस सक्रिय मिश्रण को खेत में उपयोग करें

फसलवार बायोचार के प्रभाव और अनुशंसित मात्रा:

फसल	बायोचार का प्रभाव	अनुशंसित मात्रा
 धान	पानी की बचत 15-20%, जड़ विकास, CH_4 उत्सर्जन कम	3-5 टन/हे.
 गेहूँ	उत्पादन में 10-20% वृद्धि, नाइट्रोजन उपयोग दक्षता	2-4 टन/हे.
 दलहन	नाइट्रोजन स्थिरीकरण में सुधार, कम खाद	2-3 टन/हे.
 सब्जियाँ	गुणवत्ता व स्वाद बेहतर, नमी स्थिर	5-8 टन/हे.
 बागवानी	मृदा संरचना सुधार, पौधों की मजबूती	5-10 टन/हे.

2. मिट्टी में सीधा मिलाना

- ✓ बुआई से 10-15 दिन पहले खेत में मिलाएँ
- ✓ मिट्टी की ऊपरी 10-15 सेमी परत में अच्छी तरह जोतकर मिलाएँ
- ✓ सामान्य फसलें: 2-5 टन/हेक्टेयर
- ✓ बागवानी फसलें: 5-10 टन/हेक्टेयर
- ✓ अम्लीय मिट्टी: 10-20 टन/हेक्टेयर

3. नर्सरी और फलदार पौधों में

- ✓ सब्जियों की नर्सरी मिट्टी में 10-15% बायोचार मिलाएँ
- ✓ फलदार पौधों के रोपाई गड्ढे में 1-2 किलो बायोचार + गोबर खाद मिलाएँ

4. वर्मी कम्पोस्ट एवं ड्रिप क्षेत्रों में

- ✓ वर्मी कम्पोस्ट में 5-10% बायोचार मिलाने से पोषकता और जीवाणु-गतिविधि बढ़ती है
- ✓ ड्रिप सिंचाई वाले खेतों में बायोचार विशेष रूप से प्रभावी – रेतीली मिट्टी में उत्तम



फसल	बायोचार का प्रभाव	अनुशंसित मात्रा
नर्सरी/पॉट	अंकुरण बेहतर, जड़ें स्वस्थ	10-20% मिश्रण

उपयोग में सावधानियाँ

बायोचार को सही तरीके से उपयोग न करने पर लाभ के बजाय हानि हो सकती है। निम्नलिखित सावधानियाँ अवश्य बरतें:

सावधानी	कारण
बिना चार्ज किए उपयोग न करें	कच्चा बायोचार मिट्टी की नाइट्रोजन बांध लेता है
बहुत बारीक या बहुत मोटा न हो	मध्यम आकार (1-5 mm) अधिक प्रभावी
अत्यधिक मात्रा से बचें	pH बढ़ सकता है, क्षारीय मिट्टी में हानिकारक
नमी 10-12% से अधिक न हो	संग्रहण और प्रभावशीलता पर असर
अम्लीय फसलों में कम मात्रा	pH संतुलन बिगड़ सकता है

भविष्य में बायोचार का महत्व

- ✓ कार्बन क्रेडिट बाजार में बायोचार का मूल्य बढ़ रहा है – किसानों की अतिरिक्त आय का नया स्रोत
- ✓ पेरिस जलवायु समझौते के तहत भारत के कार्बन-तटस्थ लक्ष्यों में बायोचार की अहम भूमिका
- ✓ मृदा स्वास्थ्य कार्ड (Soil Health Card) अभियान के साथ बायोचार की एकीकृत अनुशंसा
- ✓ ICAR और कृषि विश्वविद्यालयों द्वारा क्षेत्र-विशेष बायोचार अनुसंधान जारी
- ✓ रासायनिक खादों का विकल्प नहीं, परंतु एक शक्तिशाली और टिकाऊ पूरक

निष्कर्ष

बायोचार भारतीय कृषि के लिए एक ऐसा बहुआयामी समाधान है जो मिट्टी को स्वस्थ, फसल को सशक्त, किसान को समृद्ध और पर्यावरण को सुरक्षित बनाता है। यह तकनीक कम लागत में उपलब्ध है, पर्यावरण-मित्र है और इसके प्रभाव दीर्घकालीन हैं। जलवायु परिवर्तन से जूझ रहे भारत में यह तकनीक आज की सबसे बड़ी जरूरत है। जब हर किसान अपने खेत में बायोचार का उपयोग करेगा, तो न केवल उसकी मिट्टी जीवंत होगी, बल्कि वह जलवायु परिवर्तन से लड़ने में भी योगदान देगा – और यही 'जलवायु-स्मार्ट कृषि' का असली अर्थ है।

"बायोचार अपनाओ – मिट्टी बचाओ, उत्पादन बढ़ाओ, जलवायु सँवारो!"