



## पौधों में फास्फोरस की आवश्यक भूमिका

1. एच. के. यादव  
मृदा विज्ञान विभाग, चौधरी चरण सिंह हरियाणा ऐग्रिकल्चरल यूनिवर्सिटी, हिसार (हरियाणा)
2. धर्म प्रकाश  
मृदा विज्ञान विभाग, चौधरी चरण सिंह हरियाणा ऐग्रिकल्चरल यूनिवर्सिटी, हिसार (हरियाणा)
3. सुनीता श्योराण  
मृदा विज्ञान विभाग, चौधरी चरण सिंह हरियाणा ऐग्रिकल्चरल यूनिवर्सिटी, हिसार (हरियाणा)
4. पी. के. यादव  
मृदा विज्ञान विभाग, चौधरी चरण सिंह हरियाणा ऐग्रिकल्चरल यूनिवर्सिटी, हिसार (हरियाणा)
5. रामेश्वर सिंह  
मृदा विज्ञान विभाग, चौधरी चरण सिंह हरियाणा ऐग्रिकल्चरल यूनिवर्सिटी, हिसार (हरियाणा)

*Received: Feb, 2024; Accepted: Feb, 2024; Published: March, 2024*

फॉस्फोरस पौधों की कई प्रमुख संरचना के यौगिकों के एक भाग के रूप में और पौधों में कई प्रमुख जैव रासायनिक प्रतिक्रियाओं के रूपांतरण में उत्प्रेरक के रूप में एक आवश्यक पोषक तत्व है। फॉस्फोरस विशेष रूप से सूर्य की ऊर्जा को पकड़ने और उपयोगी पौधों के यौगिकों में परिवर्तित करने में अपनी भूमिका के लिए जाना जाता है। फास्फोरस डीएनए का एक महत्वपूर्ण घटक है जो सभी जीवित चीजों की आनुवंशिक "स्मृति इकाई" है। यह आर एन ए का एक घटक भी है जो पौधों की संरचना, बीज उपज और आनुवंशिक हस्तांतरण के लिए आवश्यक प्रोटीन और अन्य यौगिकों के निर्माण के लिए आनुवंशिक कोड को पढ़ता है। फास्फोरस पौधों की "ऊर्जा इकाई" ए टी पी का एक महत्वपूर्ण घटक है। ए टी पी प्रकाश संश्लेषण के दौरान बनता है, और यह अंकुर के

### पौधों में फास्फोरस की कमी

नाइट्रोजन या पोटेशियम की कमी की तुलना में फास्फोरस की कमी का निदान करना अधिक कठिन है। फसलें आम तौर पर शुरुआती विकास के दौरान पौधे की सामान्य रुकावट के अलावा फॉस्फोरस की कमी का कोई स्पष्ट लक्षण नहीं दिखाती हैं। जब तक दृश्य संबंधी कमी की पहचान की जाती है, तब तक वार्षिक फसलों में सुधार करने में बहुत देर हो चुकी होती है। फास्फोरस की कमी होने पर कुछ फसलें, जैसे मक्का, में असामान्य रंग परिवर्तन दिखाई देने लगता है। पौधे आमतौर पर गहरे नीले-हरे रंग के होते हैं, पत्तियां और तना बैंगनी रंग का हो जाता है। बैंगनी रंग की तीव्रता पौधे की आनुवंशिक संरचना से प्रभावित होती है, कुछ संकर दूसरों की तुलना में बहुत अधिक मलिनकरण दिखाते हैं। बैंगनी रंग शर्करा के संचय के कारण होता है जो एंथोसायनिन (बैंगनी रंग का रंगद्रव्य) के संश्लेषण को बढ़ावा देता है।

फॉस्फोरस पौधों में अत्यधिक गतिशील होता है, और जब इसकी कमी होती है तो इसे पुराने पौधों के ऊतकों से युवा, सक्रिय रूप से बढ़ने वाले क्षेत्रों

विकास की शुरुआत से लेकर अनाज के निर्माण और परिपक्वता तक की प्रक्रिया करता है। इस प्रकार, फास्फोरस सभी पौधों के सामान्य स्वास्थ्य और शक्ति के लिए आवश्यक है। फॉस्फोरस से जुड़े कुछ विशिष्ट विकास कारक हैं:

- जड़ विकास को प्रेरित किया
- डंठल और तने की शक्ति में वृद्धि
- फूल बनने और बीज उत्पादन में सुधार
- अधिक समान और जल्दी फसल पकने वाली
- फलियों की नाइट्रोजन संचयन क्षमता में वृद्धि
- फसल की गुणवत्ता में सुधार
- पौधों की बीमारियों के प्रति प्रतिरोधक क्षमता में वृद्धि
- पूरे जीवन चक्र में विकास का समर्थन

में स्थानांतरित किया जा सकता है। परिणामस्वरूप, फॉस्फोरस के प्रति प्रारंभिक वानस्पतिक प्रतिक्रियाएँ अक्सर देखी जाती हैं। जैसे-जैसे पौधा परिपक्व होता है, फॉस्फोरस पौधे के फल वाले क्षेत्रों में स्थानांतरित हो जाता है जहां बीज और फल के निर्माण के लिए उच्च ऊर्जा आवश्यकताओं की जरूरत होती है। बढ़ते मौसम के अंत में फास्फोरस की कमी बीज विकास और सामान्य फसल परिपक्वता दोनों को प्रभावित करती है। बढ़ते मौसम के अंत में फास्फोरस के लिए ली गई प्रत्येक पोषक तत्व की कुल मात्रा का प्रतिशत नाइट्रोजन या पोटेशियम की तुलना में अधिक होता है।

अधिकांश सतही मिट्टी में फास्फोरस की कुल मात्रा कम है, औसतन केवल 0.6% फास्फोरस। इसकी तुलना मिट्टी की औसत सामग्री 0.14% नाइट्रोजन और 0.83% पोटेशियम से की जाती है। मिट्टी में फास्फोरस की मात्रा काफी परिवर्तनशील होती है, जो अटलांटिक और खाड़ी के तटीय मैदानों की रेतीली मिट्टी में 0.04% से कम फास्फोरस से लेकर उत्तर-पश्चिमी संयुक्त

राज्य अमेरिका की मिट्टी में 0.3% से अधिक तक होती है।

निम्नलिखित कारक मिट्टी में फास्फोरस की मात्रा को प्रभावित करते हैं: फसल का प्रकार, फसल

### कार्बनिक फास्फोरस

मृदा फास्फोरस को दो व्यापक समूहों में वर्गीकृत किया गया है, कार्बनिक और अकार्बनिक। कार्बनिक फास्फोरस पौधों के अवशेषों, खादों और सूक्ष्म जीवों के ऊतकों में पाया जाता है। कम कार्बनिक पदार्थ वाली मिट्टी में कार्बनिक रूप में

### अकार्बनिक फास्फोरस

मिट्टी के फास्फोरस के अकार्बनिक रूपों में एपेटाइट (सभी फास्फोरस का मूल स्रोत), लौह और एल्यूमीनियम फॉस्फेट के कॉम्प्लेक्स और मिट्टी के कणों पर अवशोषित फास्फोरस शामिल होते हैं। इन फास्फोरस यौगिकों के साथ-साथ कार्बनिक फास्फोरस की घुलनशीलता बेहद कम है और किसी भी समय मिट्टी के फास्फोरस की बहुत कम मात्रा ही घोल में होती है। अधिकांश

### मृदा फास्फोरस की उपलब्धता

घुलनशील फास्फोरस या तो उर्वरक या प्राकृतिक अपक्षय से, मिट्टी में कैल्शियम, लौह और एल्यूमीनियम यौगिकों के साथ प्रतिक्रिया करता है, और फास्फोरस निर्धारण की प्रक्रिया द्वारा आसानी से कम उपलब्ध रूपों में परिवर्तित हो जाता है। इन स्थिरीकरण प्रक्रियाओं के कारण, फास्फोरस अधिकांश मिट्टी में बहुत कम (एक इंच से भी कम) चलता है, अपने मूल स्थान के करीब रहता है, और फसलें पहले फसल मौसम के दौरान शायद ही कभी 20 प्रतिशत से अधिक

### फास्फोरस की उपलब्धता के कारक

#### मिट्टी का पी. एच.

फास्फोरस की थोड़ी घुलनशील कैल्शियम फॉस्फेट के रूप में 8.0 के आस पास पी एच मान वाली शांत मिट्टी में होती है। अम्लीय परिस्थितियों में फॉस्फोरस कम घुलनशीलता वाले लौह या एल्यूमिनियम फॉस्फेट के रूप में अवक्षेपित होता है। फॉस्फोरस की अधिकतम

चक्र, फसल की किस्म पोषक तत्वों का प्रबंधन (समय मात्रा व तरीका), खाद का प्रकार और खाद डालना।

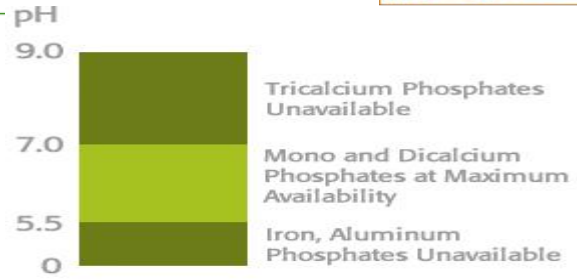
कुल फास्फोरस का केवल 3% हो सकता है, लेकिन उच्च कार्बनिक पदार्थ वाली मिट्टी में कार्बनिक रूप में कुल फास्फोरस सामग्री का 50% या अधिक हो सकता है।

मिट्टी में प्रति एकड़ एक पाउंड से भी कम घुलनशील फास्फोरस होता है कुछ मिट्टी में तो काफी कम होता है। पर्याप्त फास्फोरस उर्वरक और अच्छी फसल/मिट्टी प्रबंधन के माध्यम से, इष्टतम फसल उत्पादन के लिए मिट्टी के घोल में फास्फोरस को तेजी से पर्याप्त रूप से प्रतिस्थापित किया जा सकता है।

उर्वरक फास्फोरस को अवशोषित करती हैं। परिणामस्वरूप, लीचिंग द्वारा मिट्टी का थोड़ा फास्फोरस नष्ट हो जाता है। यह निश्चित, अवशिष्ट फॉस्फोरस जड़ क्षेत्र में रहता है और धीरे-धीरे आने वाली फसलों के लिए उपलब्ध होता है। मिट्टी का कटाव और फसल को हटाना मिट्टी के फास्फोरस को नष्ट करने के महत्वपूर्ण तरीके हैं। जिसकी वजह से भविष्य में उगाया जाने वाली फसलों पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है।

उपलब्धता आमतौर पर 6.5 से 7.5 के पी एच रेंज में होती है। यह अम्लीय मिट्टी को चूना लगाने के लाभकारी प्रभावों में से एक है। इस सीमा में मिट्टी के पी एच को बनाए रखने से  $H_2PO_4^-$  आयनों की उपस्थिति में भी मदद मिलती है, जो  $HPO_4^{2-}$  आयनों की तुलना में पौधे

द्वारा अधिक आसानी से अवशोषित होते हैं जो 7.0 से ऊपर पीएच मान पर होते हैं।



Soil pH Affects Phosphorus Availability

### संतुलित फसल पोषण

पौधों को बाकी सभी पोषक तत्वों की पर्याप्त आपूर्ति मिट्टी से फास्फोरस के अवशोषण को बढ़ाती है। अकेले फास्फोरस उर्वरक लगाने या नाइट्रोजन और फास्फोरस उर्वरकों को अलग से लगाने की तुलना में फास्फोरस के साथ नाइट्रोजन के अमोनियम रूपों के प्रयोग से उर्वरक से फास्फोरस की मात्रा बढ़ जाती है। सल्फर के

उपयोग से अक्सर तटस्थ या बुनियादी मिट्टी पर मिट्टी फास्फोरस की उपलब्धता बढ़ जाती है, जहां मिट्टी में फास्फोरस कैल्शियम फॉस्फेट के रूप में मौजूद होता है। क्योंकि ऐसी मिट्टी में सल्फर का उपयोग फास्फोरस की घुलनशीलता को बढ़ावा देता है।

### कार्बनिक पदार्थ

उच्च कार्बनिक पदार्थ वाली मिट्टी में काफी मात्रा में कार्बनिक फास्फोरस होता है जो खनिजयुक्त (जैविक नाइट्रोजन के समान) होता है और पौधों के विकास के लिए उपलब्ध फास्फोरस प्रदान करता है। फास्फोरस की आपूर्ति के अलावा, कार्बनिक पदार्थ एक चिलेटिंग एजेंट के रूप में भी कार्य करते हैं और लोहे के साथ जुड़ते हैं जिससे अघुलनशील लौह फॉस्फेट के निर्माण को रोकता

जा सकता है। उच्च पी एच मान वाली मिट्टी में खाद, पौधों के अवशेष या हरी खाद की फसलों जैसे कार्बनिक पदार्थों का भारी अनुप्रयोग न केवल फॉस्फोरस की आपूर्ति करता है, बल्कि विघटित होने पर, अम्लीय यौगिक प्रदान करता है, जो मिट्टी में फॉस्फोरस के खनिज रूपों की उपलब्धता को बढ़ाता है।

### मिट्टी का प्रकार

मिट्टी के कण मिट्टी में फास्फोरस को बनाए रखने या स्थिर करने की प्रवृत्ति रखते हैं। नतीजतन, महीन बनावट वाली मिट्टी जैसे चिकनी दोमट मिट्टी में रेतीली, मोटे बनावट वाली मिट्टी की तुलना में फॉस्फोरस-स्थिरीकरण की क्षमता अधिक होती है। 1:1-प्रकार की मिट्टी (काओलिनाइट) में 2:1-प्रकार की मिट्टी (मॉन्टमोरिलोनाइट, इलाइट, वर्मीक्यूलाइट) की तुलना में अधिक फॉस्फोरस-फिक्सिंग क्षमता

होती है। उच्च वर्षा और उच्च तापमान के तहत बनी मिट्टी में बड़ी मात्रा में काओलिनितिक मिट्टी होती है, और इसलिए 2:1-प्रकार की कणों वाली मिट्टी की तुलना में फास्फोरस के लिए बहुत अधिक स्थिरीकरण क्षमता होती है। उच्च तापमान और उच्च वर्षा से मिट्टी में लौह और एल्यूमीनियम ऑक्साइड की मात्रा भी बढ़ जाती है, जो इन मिट्टी में जोड़े गए फास्फोरस के स्थिरीकरण में बहुत योगदान देता है।

### उपयोग का समय

घुलनशील फास्फोरस और मिट्टी के कणों के बीच संपर्क के समय के साथ मिट्टी में फास्फोरस का स्थिरीकरण बढ़ता है। नतीजतन, उर्वरक फास्फोरस का अधिक कुशल उपयोग आमतौर पर

फसल बोने से कुछ समय पहले उर्वरक लगाने से प्राप्त होता है। यह अभ्यास उच्च फॉस्फोरस-फिक्सिंग क्षमता वाली मिट्टी पर विशेष रूप से प्रभावी है। तटीय मैदानी क्षेत्रों में, फसल के लिए

उर्वरक फास्फोरस की उपलब्धता में बहुत कम या कोई कमी किए बिना उर्वरकों को रोपण से कई महीने पहले लगाया जा सकता है। कतार वाली फसलों के लिए उर्वरक की बैंडिंग से कम फास्फोरस-स्थिरीकरण क्षमता वाली मिट्टी की तुलना में उच्च फास्फोरस-स्थिरीकरण क्षमता वाली मिट्टी पर फास्फोरस उर्वरक की दक्षता में वृद्धि होने की अधिक संभावना है।

मिट्टी का तापमान/वातन/नमी और संघनन मिट्टी के कम तापमान और खराब वातायन के कारण पौधे द्वारा फास्फोरस का अवशोषण कम हो जाता है। पानी में घुलनशील फास्फोरस युक्त

स्टार्टर उर्वरकों से ठंड के मौसम में फसल की वृद्धि बढ़ने की अधिक संभावना होती है। अत्यधिक मिट्टी की नमी या मिट्टी के संघनन से मिट्टी में ऑक्सीजन की आपूर्ति कम हो जाती है और पौधों की जड़ों की मिट्टी के फास्फोरस को अवशोषित करने की क्षमता कम हो जाती है। संघनन जड़ क्षेत्र में वातन और छिद्र स्थान को कम कर देता है। इससे फॉस्फोरस ग्रहण और पौधे की वृद्धि कम हो जाती है। संघनन से मिट्टी की मात्रा भी कम हो जाती है जिसमें पौधों की जड़ें प्रवेश करती हैं, जिससे मिट्टी में फास्फोरस तक उनकी कुल पहुंच सीमित हो जाती है।

### मृदा परीक्षण फास्फोरस स्तर

फास्फोरस उर्वरक के प्रति फसल की प्रतिक्रिया अधिक होगी और उच्च फास्फोरस परीक्षण वाली मिट्टी की तुलना में कम फास्फोरस परीक्षण वाली मिट्टी पर अधिक बार घटित होगी। हालाँकि, उच्च फास्फोरस मृदा परीक्षण स्तर वाली मिट्टी पर पैदावार आमतौर पर अधिक होती है। उच्च

परीक्षण वाली मिट्टी पर फास्फोरस उर्वरक की प्रतिक्रिया बढ़ती है, और अधिकतम फसल उत्पादन का समर्थन करने के लिए मिट्टी में फास्फोरस के उच्च स्तर को बनाए रखना महत्वपूर्ण है।

### फॉस्फोरस स्थापना (प्लेसमेंट)

यदि कोई उत्पादक कम परीक्षण वाली मिट्टी पर उच्च फास्फोरस निवेश से अधिकतम रिटर्न की तलाश में है, तो बैंड (पट्टी) एप्लीकेशन सबसे अच्छा है। जहां संरक्षण जुताई का अभ्यास किया जाता है, वहां फॉस्फोरस के बैंड और प्रसारण

अनुप्रयोगों के संयोजन की आवश्यकता हो सकती है। इससे पौधे विकसित करने के लिए शुरुआती, सुलभ फॉस्फोरस की आपूर्ति और बाद में बढ़ते मौसम में पोषक तत्वों का भंडार सुनिश्चित होता है, जब फॉस्फोरस की मांग मजबूत रहती है।

### प्रसारण/प्लो-डाउन फॉस्फोरस अनुप्रयोगों के लाभ

- पौधे को नुकसान पहुंचाए बिना उच्च दरें लागू की जा सकती हैं।
- पूरे जड़ क्षेत्र में पोषक तत्वों का वितरण गहरी जड़ों को प्रोत्साहित करता है, जबकि बैंड प्लेसमेंट बैंड के चारों ओर जड़ एकाग्रता का कारण बनता है।
- गहरी जड़ें अधिक जड़-मिट्टी संपर्क की अनुमति देती हैं, जिससे नमी और पोषक तत्वों का एक बड़ा भंडार मिलता है।
- चारे में उर्वरक लगाने का व्यावहारिक तरीका

- बढ़ते मौसम के दौरान फसल को अनुकूल विकास स्थितियों का पूरा लाभ उठाने में मदद करने के लिए पूर्ण-आहार उर्वरता सुनिश्चित करने में मदद करता है।
- गेहूं की बुआई के समय निर्जल अमोनिया और अमोनियम पॉलीफॉस्फेट का दोहरा प्रयोग अमोनियम पॉलीफॉस्फेट के प्रसारण या बैंड अनुप्रयोग से बेहतर पाया गया है।
- चारा फसलों के लिए सीधे ड्रिल पंक्ति (बैंड सीडिंग) के नीचे प्लेसमेंट प्रसारण या साइड प्लेसमेंट से बेहतर साबित हुआ है।