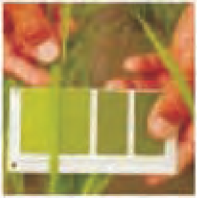
संशोधित
2007 संस्करण (Hindi)

धान

पोषक तत्व प्रबंधन की व्यवहारिक मार्गदर्शिका



पोषक तत्व प्रबंधन

पोषक तत्वों की कमी

खनिज तत्वों की विषाक्तता

उपकरण एवं सूचना

संपादकः थामस फेयरहर्स्ट, क्रिश्चियन विट,
रोलेन्ड बुरेश एवं आखिम डाबरमान

धानः पोशक तत्व प्रबंधन की व्यवहारिक मार्गदर्शिका (द्वितीय संस्करण)

संपादकः टी.एच. फेयरहर्स्ट, सी. विट, आर.जे. बुरेश एवं ए. डाबरमान
हिन्दी अनुवादः ब्रहमा मिश्र

creative commons

2007 अंतर्राष्ट्रीय धान अनुसंधान संस्थान
अंतर्राष्ट्रीय पादप पोषण संस्थान एवं
अंतर्राष्ट्रीय पोटाश संस्थान

अधिकार – अवाणिज्यिक – संमभागिता 3.0 अपटलित।
यदि इस प्रकाशन में अन्यथा विशिष्टत उल्लेखित न हो, उपयोगकर्ता इस कार्य का वितरण, प्रदर्शन तथा प्रेषण करने एवं http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/ में वर्णित भार्तो के अंतर्गत इस कार्य का अनुकूलन करने के लिए स्वतंत्र है।

उत्तरदायित्व की सीमाएं

यद्यपि लेखकों ने प्रकाशन के समय इस पुस्तक में वर्णित सामग्री की सत्यता सुनिश्चित करने का भरपूर प्रयास किया है, सभी स्थितियों को आच्छादित करना असंभव है। सूचना का वितरण बिना उत्तर दायित्व के ''जैसा है'' आधार पर किया गया है। न तो लेखक और न ही प्रकाशक इस पुस्तक में दिए गए निर्देशों से प्रत्यक्ष अथवा अप्रत्यक्ष रूप में होने वाले अथवा आरोपित लाभ की क्षति अथवा अन्य क्षति के लिए उत्तरदायी होंगे।

टाइपसेटिंग तथा विन्यास : टैम सिन ची
प्रथम संस्करण 2002, पुर्नमुद्रण 2003, 2005
द्वितीय संस्करण 2007
हिन्दी अनुवाद संस्करण 2007
ISBN: 978-3-9523243-3-2
DOI: 10.3235/978-3-9523243-3-2

प्रकाशक का परिचय

इरी (IRRI) का लक्ष्य धान कृषकों तथा उपभोक्ताओं की गरीबी एवं भूख कम करना, स्वास्थ्य सुधार तथा सहयोगी भाोध, सहभागीता तथा राष्ट्रीय कृषि भाोध एवं प्रसार प्रणाली के सुदृढ़ीकरण द्वारा पर्यावरण समगतिशीलता सुनिश्चित करना है।

आईपीएनआई (IPNI) का लक्ष्य पादप पोषक तत्वों के समुचित उपयोग एवं प्रबंधन का आधार परिभाषित करने का प्रयास करना है, विशेषतः उपयोग से संबंधित पर्यावरण एवं आर्थिक पहलुओं पर केन्द्रित करते हुए तथा व्यापक एवं क्षेत्रीय सूचना तथा भाोध परिणामों को कृषकों तथा उपयोग को पर्यावरण तथा सस्य वैज्ञानिक समस्याओं के समाधान में सहायता प्रदान करना है।

आईपीआई (IPI) का लक्ष्य उच्चतर उपज एवं अधिक पोषक खाद्य के उत्पादन हेतु संतुलित पोषण का विकास एवं प्रोत्साहन करना है, साथ ही भविष्य की पीढ़ी के लिए मृदा उर्वरता के संरक्षण द्वारा उत्पादन की समगतिशीलता सुनिश्चित करना है।

प्राक्कथन

एशिया में खाद्य सुरक्षा मुख्यतः सिंचित धान आधारित फसल प्रणाली के अनुकूल पर्यावरण में सघन धान उत्पादन पर निर्भर है। जनसंख्या में वृद्वि के पूर्वानुमान तथा जल एवं भूमि की घटती हुई सुलभता के कारण उत्पादकता में और वृद्वि करने की आवश्यकता है। भविष्य में उपज बढ़ाने के लिये उर्वरक पोषक तत्वों सहित सभी आगतो के कुशल उपयोग हेतु उन्नत फसल देखभाल, समेकित संसाधन प्रबंधन विधियॉ तथा अधिक ज्ञान–सघन रणनीति की आवश्यकता होगी।

विगत वर्षो में वृहद क्षेत्रों में एक समान उर्वरक संस्तुतियों के विकल्प के रूप में स्थान–विशिष्ट पोषक तत्व प्रबंधन (एसएसएनएम) संकल्पनाऐं विकसित हुई हैं। इन नयी विधियों का उद्‌देश्य अधिक कुशल उर्वरक उपयोग प्राप्त करना है। संतुलित उर्वरीकरण से कृषकों के लाभ में वृद्वि होती है, प्रति इकाई उर्वरक अनुप्रयोग से अधिक उपज प्राप्त होती है, तथा उर्वरक के अत्यधिक उपयोग को रोककर पर्यावरण की सुरक्षा होती है। स्थान–विशिष्ट पोषक तत्व प्रबंधन रणनीति का एशिया में कृषक–प्रक्षेत्रों के विस्तृत परिसर में सफलता पूर्वक मूल्याकंन किया जा चुका है तथा अब एशिया में विस्तृत पैमाने पर पुष्टिकरण एवं कृषकों द्वारा अपनाने के लिये तैयार हैं।

यह प्रकाशन उष्णकटिबंधीय एवं समोष्ण कटिबंधीय क्षेत्रों में उगाये जाने वाले धान में पोषक तत्वों की कमी तथा विषाक्तता के लक्षणों के पहचान एवं पोषक तत्वों के प्रबंधन हेतु एक व्यवहारिक मार्गदर्शिका है। यह मार्गदर्शिका इरी/पी.पी.आई.–पी.पी.आई.सी. के एक पूर्व प्रकाशन, र*ाइसः न्यूट्रियेन्ट डिसआर्डस एण्ड न्यूट्रियेन्ट मैनेजमैन्ट* का

अनुगामी है तथा अन्य भाषाओं में अनुवाद तथा प्रकाशन हेतु संरचित किया गया है।

हम आशा करते हैं कि इस मार्गदर्शिका का विस्तृत वितरण होगा तथा एशिया के धान कृषकों को उचित पोषक तत्व प्रबंधन की रणनीति प्रदान करने में यह योगदान करेगी।

रोनाल्ड पी0 कैन्ट्रेल
महानिदेशक, अंतर्राष्ट्रीय धान अनुसंधान संस्थान

थामस फेयरहर्स्ट
निदेशक, पीपीआई—पीपीआईसी पूर्व एवं दक्षिण एशिया कार्यक्रम

द्वितीय संस्करण का प्राक्कथन

विगत पाँच वर्षो में कई एशियाई देशों में प्रक्षेत्र–विशिष्ट पोषक तत्व प्रबंधन (एसएसएनएम) धान में पोषक तत्व प्रबंधन के सुधार के प्रयासों का अभिन्न घटक हो चुका है। स्थान–विशिष्ट आवश्यकताओं के लिए पोषक तत्वों की संस्तुतियाँ अनुरूपित की गई, धान कृषकों के साथ मिलकर उनका मूल्यांकन किया गया तथा सार्वजनिक एवं निजी सहथागिता द्वारा व्यापक स्तर पर इसे प्रोत्साहित किया गया। धान पोषक तत्व प्रबंधन की व्यवहारिक मार्गदर्शिका का प्रथम संस्करण जो 2002 में प्रकाशित हुआ, भीघ्र ही प्रक्षेत्र–विशिष्ट पोषक तत्व प्रबंधन के प्रकाशित सामग्री का मानक संदर्भ बन गया। इस मार्गदर्शिका की माँग इतनी अधिक रही कि अब तक 2000 प्रतियाँ वितरित एवं विक्रय की जा चुकी है।

विगत वर्षों में सिंचित धान भाोध संघ के घटक के रूप में प्रक्षेत्र–विशिष्ट पोषक तत्व प्रबंधन को भाोध तथा मूल्यांकन के द्वारा परिमार्जित किया गया है। संकल्पनात्मक सुधार एवं सरलीकरण किए गए, विशेषतः नाइट्रोजन प्रबंधन में। मानक 4–पट्टी पत्ती रंग पट्टिका (एलसीसी) का उत्पादन किया गया तथा इस नए एलसीसी को प्रोत्साहित करते हुए 2006 के अंत तक 2,50,000 ईकाईयों से अधिक वितरित की गई। एशिया में प्रमुख धान उत्पादन के क्षेत्रों के लिए आधुनिकतम सूचना एवं संस्तुतियाँ प्रदान करने हेतु एक नया एसएसएनएम वेबसाइट (www.irri.org/irrc/ssnm) विकसित किया गया। व्यवहारिक मार्गदर्शिका का संशोधित संस्करण इस प्रकार एसएसएनएम वेबसाइट तथा स्थानीय प्रशिक्षण सामग्री में दी गई सूचना के संगत एक आवश्यकता बन गया। हमें प्रसन्नता है कि

इस द्वितीय संस्करण का बाँगला, चीनी–हिन्दी, इन्डोनेशियाई तथा वियतनामी सहित कई भाषाओं में अनुवाद हो रहा है।

हमें आशा है कि यह मार्गदर्शिका एशिया के धान कृषकों के समुचित पोषक तत्व प्रबंधन के द्वारा उपज एवं आय बढ़ाने के प्रयास में लाभकारी होगी।

रोबर्ट एस. जीग्लर
महानिदेशक, अंतर्राष्ट्रीय धान अनुसंधान संस्थान

क्रिश्चियन विट
निदेशक, आईपीएनआई–आईपीआई दक्षिण पूर्व एशिया कार्यक्रम

आभार

हम निम्नलिखित व्यक्तियों तथा संगठनों का आभार व्यक्त करते हैः

- जे.के. लढा, डेविड डावे एवं मार्क बेल को उनके अनेक उपयोगी टिप्पणियों तथा सुझावों के लिए जो उन्होंने सामग्री को व्यवहारिक प्रारूप में संघनित करने के हमारे संघर्ष के दौरान दिया।

- अंर्तराष्ट्रीय धान अनुसंधान संस्थान के भूतपूर्व वैज्ञानिको, विशेषतः केनेथ जी. कैशमैन तथा जॉन ई. भीही का उनके पादप आधारित नाइट्रोजन प्रबंधन का विकास तथा धान के संभावी उपज के विश्लेषण के प्रमुख संकलपनात्मक योगदान हेतु तथा हाइन्स उल्टिच नुये एवं स्व. धर्मवंसा सेनाधिरा को पोषक तत्वों के अभाव तथा विषाक्तता के छाया चित्रो एवं प्रकाशित सामग्री के लिए।

- सिंचित धान भोध संघ में प्रतिभागी सभी वैज्ञानिको, प्रसारकर्मियों तथा कृषकों का उनके अनेक महत्वपूर्ण टिप्पणियों तथा सुझावों के लिए।

- उन सभी वैज्ञानिकों का जिन्होंने अपने प्रकाशनों द्वारा योगदान किया। यह मार्गदर्शिका संदर्भित नही है क्योंकि यह प्राक्कथन में उल्लेखित पूर्व कार्य पर आधारित है।

- बिल हैरी (इरी) को इस मार्गदर्शिका के तैयार करने में सहायता के लिए।

- एल्सेवियर साइन्स को क्राप प्रोटेक्शन वाल्युम 16 (डाटनाफ एल, सिलिकान फर्टिलिजेशन फॉर डिसिज मैनेजमैन्ट आर्फ राइस इन फ्लोरिडा) से एक छायाचित्र पुनः प्रकाशित करने की अनुमति प्रदान करने के लिए। हेल्मुट वान उक्सक्यूल एवं जोस एस्पिनोजा (पीपीआई–पीपीआईसी), पेड्रो सान्चे (आईसीआरएएफ), मेथियास बेकर (बॉन विश्वविद्यालय, जर्मनी) फ्रेन्क मुसनग (जेडईएफ,

जर्मनी), लारेन्स डाटनाफ (फ्लोरिडा विश्वविद्यालय, सं.रा.अ.) तथा ताकेशी शिमिजु (ओसाका परफेक्चर एग्रीकल्चर एन्ड फारेस्ट्री रिसर्च सेन्टर, जापान) को छायाचित्र तथा स्लाइड प्रदान करने के लिए।

- द स्विश एजेन्सी फॉर डेवलपमेन्ट एन्ड कोआपरेशन (एसडीसी), इन्टरनेशनल फर्टिलाइजर इन्डस्ट्री एसोसियेशन (आईएफए), इन्टरनेशनल प्लान्ट न्यूट्रीशन इंस्टीट्यूट (आईपीएनआई) इन्टरनेशनल पोटैश इन्स्टीट्यूट (आईपीआई), तथा इन्टरनेशनल राइस रिसर्च इन्स्टीट्यूट (इरी) को धान के लिए एसएसएनएम के विकास एवं प्रसार हेतु दीर्घकालीन वित्त पोषण, इस मार्गदर्शिका के प्रकाशन हेतु वित्तीय समर्थन सहित, के लिए।

विषय सूची

प्राक्कथन i

द्वितीय संस्करण का प्राक्कथन iii

आभार v

1 पोषक तत्व प्रबंधन

1.1 उपज अंतराल की प्रासंगिकता एवं कारण 1

1.2 संतुलित नाइट्रोजन, फास्फोरस तथा पोटैशियम के प्रबंधन की आधारभूत संकल्पनाएं 6

1.3 उर्वरक उपयोग कुशलता 9

1.4 स्थान–विशिष्ट पोषक तत्व प्रबंधन 10

1.5 उर्वरक कार्यक्रम विकसित करना 11

1.6 आवश्यकता एवं अवसर का मूल्यांकन 14

1.7 संस्तुति क्षेत्र प्रकोष्ठ 17

1.8 उर्वरक नाइट्रोजन, फॉस्फोरस तथा पोटाश की संस्तुतियाँ विकसित करना 19

चरण 1. आर्थिक उपज लक्ष्य का निर्धारण 22

चरण 2. मृदा पोषक तत्वों की आपूर्ति का अनुमान 23

चरण 3. उर्वरक नाइट्रोजन दर का निर्धारण तथा वास्तविक सामयिक नाइट्रोजन प्रबंधन 27

चरण 4. उर्वरक फॉस्फोरस दर का निर्धारण 40

चरण 5. उर्वरक पोटाश दर का निर्धारण 45

1.9 जैव खादें, फसल अवशेष तथा हरी खाद का प्रबंधन 50

1.10 व्यापक प्रसार हेतु रणनीतियों का मूल्यांकन 55

1.11 उपयोगी संख्याएँ 57

2 खनिज पोषक तत्वों की कमी तथा विषाक्तता

2.1 नाइट्रोजन की कमी 62
2.2 फास्फोरस की कमी 65
2.3 पोटैशियम की कमी 67
2.4 जस्ता की कमी 71
2.5 गंधक की कमी 75
2.6 सिलिकान की कमी 79
2.7 मैग्नीशियम की कमी 81
2.8 कैल्शियम की कमी 84
2.9 लौह की कमी 87
2.10 मैंगनीज की कमी 90
2.11 तांबा की कमी 93
2.12 बोरान की कमी 96
2.13 लौह की विषाक्तता 98
2.14 सल्फाइड की विषाक्तता 103
2.15 बोरान की विषाक्तता 107
2.16 मैंगनीज की विषाक्तता 110
2.17 एलुमिनियम की विषाक्तता 113
2.18 लवणता 116

परिशिष्ट

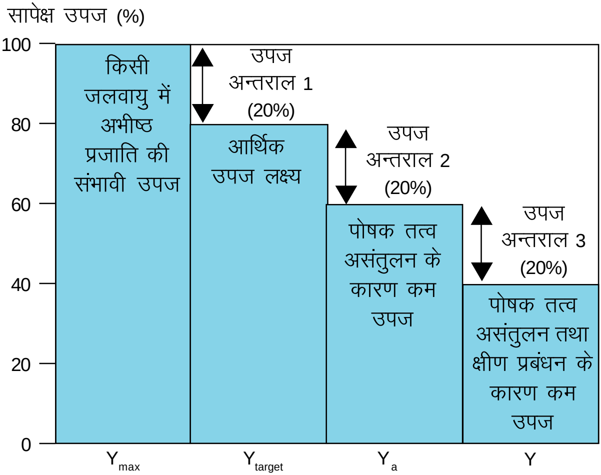
धान का प्रक्षेत्र प्रबंधन A-2
पोषक तत्व प्रबंधन के उपकरणः वंचित क्यारियाँ A-4
पोषक तत्व प्रबंधन के उपकरणः पत्ती रंग पट्टिका A-6
वृद्धि अवस्थाएँ A-8
धान में पोषक तत्व की कमी के पहचान हेतु निदान कुन्जी A-10
नाइट्रोजन की कमी के लक्षण A-12
फास्फोरस की कमी के लक्षण A-14
पोटैशियम की कमी के लक्षण A-16
जस्ता की कमी के लक्षण A-18
गंधक की कमी के लक्षण A-20
सिलिकान की कमी के लक्षण A-22
मैग्नीशियम की कमी के लक्षण A-24
कैल्शियम की कमी के लक्षण A-26
लौह की कमी के लक्षण A-28
मैंगनीज की कमी के लक्षण A-30
तॉबा की कमी के लक्षण A-32
धान में पोषक तत्वों की विषाक्तता के पहचान हेतु
निदान कुन्जी A-35
लोहा विषाक्तता के लक्षण A-36
सल्फाइड विषाक्तता के लक्षण A-38
बोरान विषाक्तता के लक्षण A-40
मैंगनीज विषाक्तता के लक्षण A-42
एलुमिनियम विषाक्तता के लक्षण A-44
लवणता के लक्षण A-46

1 पोषक तत्व प्रबंन्धन

सी. विट,[1] , आर. जे. बूरेस[2], एस. पोग[2], वी. बालासुब्रमन्यम,[2] एवं ए. डोबरमान[2]

1-1 *उपज अन्तराल की प्रासंगिकता तथा कारण*

अधिकांश धान कृषक स्थान विशेष पर जलवायु तथा अनुवांशिकी संभावी उपज का 60 प्रतिशत से कम उपज प्राप्त करते है। उपज अन्तराल को प्रभावित करने वाले कारकों के स्पष्टीकरण हेतु एक सरल प्रतिरूप (मॉडल) का उपयोग किया जा सकता है (चित्र–1)।



चित्र 1. पोषक तत्व तथा फसल प्रबंधन के संभावी उपज अथवा अधिकतम उपज (Y_{max}), उपज लक्ष्य (Y_{target}), प्राप्य उपज (Y_a), तथा वास्तविक उपज (Y) पर प्रभाव का उदाहरण।

---

1. आई. पी. एन. आई.–आई. पी. आई. दक्षिण पूर्व एशिया कार्यक्रम, सिंगापुर
2. अन्तर्राष्ट्रीय चावल अनुसंधान संस्थान, लोस बान्योस, फिलिपिन्स

संभावी उपज अथवा अधिकतम उपज (Y_{max}) केवल जलवायु तथा धान की प्रजाति के द्वारा सीमांकित होता है, यदि अन्य कारक उपयुक्त स्तर के हों। अधिकतम उपज विभिन्न वर्षों में जलवायु में परिवर्तन के कारण धटता बढ़ता रहता है (± 10 प्रतिशत)। उष्णकटिबन्धीय दक्षिण तथा दक्षिण–पूर्व एशिया के अधिकांश धान उत्पादन पर्यावरण में उच्च उपज देने वाली धान की लोकप्रिय प्रजातियों का अधिकतम उपज लगभग 10 टन/हे0 उच्च उपज वाले मौसम में तथा 7-10 टन/हे0 कम उपज वाले मौसम में है। प्राप्य उपज (Y_a) "पोषक तत्व सीमांकित" उपज है जिसे कृषकों के वर्तमान पोषक तत्व प्रबंधन क्रियाओं द्वारा प्राप्त किया जा सकता है, जब जल, कीट तथा सामान्य फसल प्रबंधन उपयुक्त हो। सर्वश्रेष्ठ कृषकों द्वारा जो अधिकतम उपज प्राप्त होता है वह संभावी उपज का 70-80 प्रतिशत होता है अर्थात उच्च उपज मौसम में 7-8 टन/हे0 तथा न्यून उपज मौसम में 5-6 टन/हे0। इस तरह का आर्थिक उपज लक्ष्य (Y_{target}) संभावी उपज के लगभग 20-25 प्रतिशत के समतुल्य उपज अन्तराल को दर्शाता है। अधिकांश दशाओं में इस अन्तराल को पूरा करना लाभकारी नहीं होता क्योंकि इस के लिए अपेक्षित आगतों की बड़ी मात्रा में आवश्यकता होती है तथा फसल के गिरने अथवा नाशीजीव प्रकोप के कारण नष्ट होने का खतरा अधिक रहता है। वास्तव में, प्राप्य उपज अधिकांश कृषकों के खेतों में कम रहती है क्योंकि नाइट्रोजन उर्वरक के अकुशल उपयोग अथवा पोषक तत्वों के असंतुलन के कारण उपज अन्तराल (उपज अन्तराल 2) अधिक रहता है।

कृषकों के खेतों में वास्तविक उपज प्रायः प्राप्य उपज से कम होती है क्योंकि जलवायु तथा पोषक तत्व आपूर्ति के अतिरिक्त अन्य प्रतिबंधी कारक जैसे बीज की गुणवत्ता, खरपतवार, कीट तथा

रोग, खनिज तत्वों की विषाक्तता तथा जलापूर्ति उपज को प्रभावित करते हैं (उपज अन्तराल 3)।

उपज अन्तराल की जानकारी महत्वपूर्ण है क्योंकि इससे :

- किसानों का लाभ कम हो जाता है
- धान पर शोध एवं विकास में निवेशों पर लाभ कम हो जाता है।
- धान का उत्पादन कम हो जाता है जिससे खाद्य असुरक्षा उत्पन्न होती है तथा अधिक मात्रा में चावल का आयात करना पड़ता है।

उन्नत पोषक तत्व प्रबंधन के द्वारा उपज अन्तराल 2 को किसानों तथा सम्पूर्ण राष्ट्र के लाभार्थ कम किया जा सकता है। उन्नत पोषक तत्व प्रबंधन का सर्वाधिक लाभ उन प्रक्षेत्रों पर प्राप्त होता है जहाँ उत्तम फसल प्रबंधन हो कीट तथा नाशीजीव समस्याएँ कम हो। कृषकों को इस जानकारी की आवश्यकता है कि वे कौन से कारक हैं जिनमें परिवर्तन के द्वारा उत्पादकता बढ़ायी जा सकती है (ज्ञान–आधारित प्रबंधन) तथा यह भी जानने की आवश्यकता है कि जब कई प्रतिबंधी कारकों (जैसे कीट तथा रोग की समस्यायें एवं अनुचित पोषक तत्व प्रबंधन) का एक साथ निराकरण किया जाता है, तो उपज में उल्लेखनीय वृद्धि होती है।

फसल प्रबंधन

फसल प्रबंधन की कई सामान्य क्रियाऐं उन्नत पोषक तत्व प्रबंधन के प्रति फसल अनुक्रिया को प्रभावित करती है। निम्नलिखित बिन्दु विचारणीय हैं:

- उपयुक्त उच्च उपज देने वाली प्रजाति के उच्च गुणवत्ता का बीज प्रयोग करें।
- नवजात पौध (10-20 दिन के) की रोपाई करें।

- खेत की मिट्टी को भलीभाँति समतल कर लें तथा संपूर्ण खेत में उपयुक्त जल स्तर बनाये रखें ताकि उत्तम फसल एकरूपता प्राप्त हो सके। इससे जल की आवश्यकता कम हो जाती है।
- खेत में कुशल पर्ण–आच्छादन स्थापित करने हेतु उपयुक्त पौध सघनता (20-40 पुंज/मी^{2} एवं 1-3 पौध/पुंज रोपित धान में तथा 80-120 किग्रा0 बीज/ हे0 छिटकवा, नम बुवाई पद्धति में) का चयन करें।
- खरपतवारों को समय से निकाल दें तांकि वे धान के पौधों के साथ स्थान, जल, प्रकाश तथा पोषक तत्वों के लिए प्रतिस्पर्धा न करें।

उन्नत पोषक तत्व प्रबंधन का पूरा लाभ उत्तम फसल प्रबंधन के द्वारा ही प्राप्त किया जा सकता है।

कीट एवं रोग

उन्नत पोषक तत्व प्रबंधन के प्रति फसल अनुक्रिया को कीट तथा रोग पत्तियों, तना तथा दानों की क्षति के माध्यम से प्रभावित करते है। सिंचित धान की फसल में सामान्य कीट एवं अन्य नाशीजीव हैं: तना छेदक, भूरा फुदका, चूहे तथा पक्षियाँ एवं सामान्य रोग, पर्णवृन्त झुलसा, जीवाणु पर्ण झुलसा, तना गलन तथा टूगरों है।

निम्नलिखित बिंन्दु विचारणीय हैं:

- ऐसी प्रजातियों का उपयोग करें जो सामान्यत: प्रकोप करने वाले कीटों तथा रोगों के प्रतिरोधी हों।
- नाइट्रोजन उर्वरकों का अत्यधिक प्रयोग न करें ताकि अत्यधिक गहरा हरा रंग, जो कीटों एवं रोगों को आकर्षित करता है, के विकास से बचाव हो सके।

- नाइट्रोजन उर्वरकों के अनुप्रयोग से पूर्व सामान्य फसल सघनता, पत्ती का रंग (पत्ती रंग पट्टिका के उपयोग द्वारा), तथा कीट एवं रोग के प्रकोप का मूल्यांकन कर लें।
- कई रोगों द्वारा क्षति (जैसे भूरा पत्ती दाग, पर्णवृन्त झुलसा, जीवाणु पर्ण झुलसा, तना गलन तथा ब्लास्ट) वहाँ अधिक होता है जहाँ अत्यधिक नाइट्रोजन उर्वरक तथा अपर्याप्त पोटैशियम उर्वरक का धान की फसल में उपयोग किया जाता है जबकि फसल पोटाश के अभाव से ग्रस्त होती है।
- समेकित नाशीजीव प्रबंधन का क्रियान्यवन अन्य किसानों के सहयोग से करें।

कुशल नाइट्रोजन उर्वरक उपयोग तथा संतुलित पोषण के द्वारा फसल का गिरना, कीट तथा रोगों से होने वाली क्षति के खतरे को न्यूनतम किया जा सकता है।

पोषक तत्व प्रबंधन

कोई उपज लक्ष्य तभी प्राप्त होगा जब पोषक तत्वों की सही मात्रा सही समय पर फसल की उस मौसम में पोषक आवश्यकताओं के अनुरूप आपूर्ति की जाएगी।

कुशल तथा मित्त–व्ययी पोषक तत्व प्रबंधन की रणनीति का उद्देश्य होना चाहिएः

- उत्तम फसल प्रबंधन के द्वारा उर्वरक तथा मृदा स्रोतों से पोषक तत्वों का फसल द्वारा उद्ग्रहण अधिकतम हो सके।
- फसल अवशेष तथा पशुओं से प्राप्त खादों के रूप में सुलभ पोषक तत्वों का भरपूर उपयोग करें।
- विशिष्ट पोषक तत्वों से संबंधित सीमा कारकों के निदान हेतु खनिज उर्वरकों का प्रयोग करें।

- सार्थक तथा आर्थिक उपज लक्ष्यों के चयन तथा उर्वरकों के कुशल उपयोग एवं संतुलित पोषण के द्वारा फसल के असफल होने के जोखिम को न्यूनतम करें।
- आगतों जैसे श्रमिक, जैव खाद तथा अकार्बनिक उर्वरक के लागत पर विचार करके आय को अधिकतम करने का प्रयास करें।

1.2 संतुलित नाइट्रोजन, फास्फोरस तथा पोटैशियम प्रबंधन की आधारभूत संकल्पानाएं

पोषक तत्व आगत–निर्गत

धान के खेत में पोषक तत्व का बजट (B) का अनुमान निम्नलिखित रूप में किया जा सकता है:

$$B=M+A+W+N_2-C-PS-G$$

जहाँ,

आगत: M पोषक तत्व स्रोत (अकार्बनिक तथा कार्बनिक) है, A वायुमंडलीय निक्षेपण (वर्षा, धूल) है, W सिंचाई जल, आक्रांतीजल तथा निस्पंद (विलेय तथा निस्पंदित पोषक तत्व), तथा N_2 जैविक नाइट्रोजन यौगिकीकरण है।

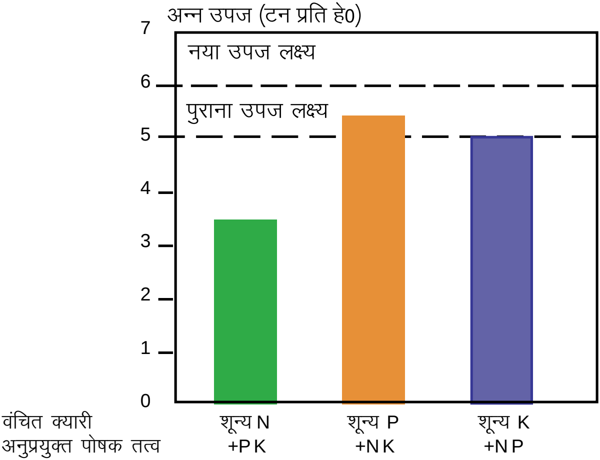
निर्गत: C दाना तथा पुआल में फसल द्वारा भाुद्ध निकासी (सकल उद्‌ग्रहण में से पोषक तत्व की वह मात्रा घटाकर जो फसल अवशेष के रूप में वापस हो जाती है) PS प्रक्षालन तथा अंत:स्रवण के रूप में क्षति तथा G विनाइट्रीकरण तथा अमोनिया वाष्पीकरण के द्वारा गैस रूप में नाइट्रोजन की क्षति है।

मृदा से नैसर्गिक पोषक तत्व आपूर्ति एवं संतुलित पोषण

नैसर्गिक पोषक तत्व आपूर्ति किसी पोषक तत्व की सभी स्रोतों खनिज उर्वरकों को छोड़कर (जैसे: मृदा, फसल अवशेष, सिंचाई

जल) से प्राप्त वह मात्रा है जो फसल को एक मौसम में सुलभ होता है।

मृदा पोषक तत्व आपूर्ति का एक विश्वसनीय व्यवहारिक सूचक पोषक तत्व सीमित उपज होता है जिसे एक पोषक तत्व वंचित क्यारी में दाने की उपज के रूप में मापा जा सकता है, जैसे नाइट्रोजन सीमित उपज ऐसे पोषक तत्व वंचित क्यारी से जिसमें नाइट्रोजन उर्वरक बिल्कुल न दिया गया है किन्तु फास्फोरस तथा पोटैशियम दिया गया है (अनुभाग 1.8 में चरण 2 देखें)।



चित्र 2. वंचित क्यारियों में, जिनमें संबंधित पोषक तत्व का अनुप्रयोग नहीं करते, के अन्न उपज के रूप में अनुमानित मृदा की नैसर्गिक नाइट्रोजन, फास्फोरस तथा पोटैशियम आपूर्ति के सीमाकारी होने का उदाहरण। पुराने उपज लक्ष्य के लिये मृदा में नाइट्रोजन आपूर्ति सीमाकारी होगी किन्तु फास्फोरस तथा पोटैशियम की आपूर्ति नहीं, जबकि नये उपज लक्ष्य के लिये मृदा पोषक तत्व आपूर्ति सभी तीनों पोषक तत्व N > P > K के क्रम में सीमाकारी होगें।

संतुलित उर्वरीकरण का अभिप्राय है फसल को उन पोषक तत्वों की सही मात्रा में आपूर्ति जिनकी नैसर्गिक स्रोतों से पर्याप्त मात्रा में आपूर्ति नहीं होती (चित्र 2)।

हरित क्रान्ति के प्रांरभिक वर्षों में उपज में बढ़ोतरी केवल नाइट्रोजन उर्वरकों के उपयोग से प्राप्त हुई जोकि आधुनिक अंतःप्रजनित प्रजातियों के साथ सरकार द्वारा दिये गये छूट से संभव हुआ। फसल अनुक्रिया से प्रोत्साहित होकर किसानों ने उर्वरक नाईट्रोजन की दर बढ़ाया जो अब अत्यधिक स्तर तक पहुँच गया है, जब कि फास्फोरस तथा पोटाश की अपर्याप्त मात्रा अनुप्रयोग की जाती है। इसका परिणाम है फसल के पोषक तत्वों की असंतुलित मात्रा में आपूर्ति। इतना ही नहीं, उपज लक्ष्य बढ़ने के साथ वे पोषक तत्व जो पहले सीमाकारी नहीं थे प्रायः सीमाकारी हो गए (चित्र 2)।

अधिक उपज के लिए धान की सघन खेती तथा 2-3 फसलें प्रतिवर्ष का परिणाम होता है फास्फोरस तथा पोटाश के मृदा भंडार का ह्रास क्येांकि

- दाने में जो पोषक तत्वों का निष्कासन होता है, वे फसल अवशेष, जैव खादों तथा खनिज उर्वरकों के द्वारा प्रतिस्थापित नहीं हो पाते।
- किसान खेत से पुआल (जिसमे पोटैशियम अधिक मात्रा में होता है) का पशुओं के विछावन, ईंधन अथवा औद्योगिक उपयोग हेतु उपयोग करते है।
- दाने के साथ फास्फोरस तथा पोटाश का निष्कासन बढ़ता है

स्मरणीय है कि खेत में अनुप्रयोग हेतु उर्वरक N: P: K का उपयुक्त अनुपात स्थान-विशिष्ट होता है क्योंकि यह उपज लक्ष्य तथा मृदा में नैसर्गिक स्रोतों से प्राप्त प्रत्येक पोषक तत्व की मात्रा पर निर्भर करता है।

यदि पादप–वृद्वि केवल पोषक तत्व आपूर्ति से सीमित हो तो उपयुक्त पोषकतत्व संतुलन लगभग 15 किग्रा नाइट्रोजन, 2.6 किग्रा फास्फोरस तथा 15 किग्रा पोटैशियम प्रतिटन दाने की उपज के पादप उद्ग्रहण के द्वारा प्राप्त किया जा सकता है (सारणी 1)

सारणी 1. धान की आधुनिक प्रजातियों द्वारा कटाई के समय उपयुक्त N, P, K का उद्ग्रहण

पादप अंश	N	P	K
	(कि.ग्रा. उद्ग्रहण प्रति टन दाना)		
दाना	9	1.8	2
पुआल	6	0.8	13
दाना+पुआल	15	2.6	15

1.3 उर्वरक–उपयोग कुशलता

उर्वरक का कुशल उपयोग तब होता है जबः

- अनुप्रयोग किये गये उर्वरक का अधिकॉश भाग फसल द्वारा उद्ग्रहण कर लिया जाता है (पुर्नप्राप्ति कुशलता, RE),
- अनुप्रयोग किये गये उर्वरक के प्रत्येक किग्रा द्वारा उपज में उल्लेखनीय वृद्वि हो (सस्यकुशलता, AE)

$$RE\ (\%) = \frac{\text{पादप N (N उर्वरीकृत–N अनुर्वरीकृत) कि.ग्रा./हे0 में}}{\text{उर्वरक N, कि.ग्रा./हे0 में}} \times 100$$

$$RE\ (\text{कि.ग्रा./किग्रा}) = \frac{\text{दाने की उपज (N उर्वरीकृत–N अनुर्वरीकृत) कि.ग्रा/हे0}}{\text{उर्वरक N, कि.ग्रा./हे0 में}}$$

पुर्नप्राप्ति कुशलता तथा सस्य कुशलता अधिकतम होते है जबः

- पोषक तत्वों की अनुप्रयोग की गई मात्रा मृदा द्वारा आपूर्ति की गयी मात्रा के अनुसार हो।
- फसलों को सभी अपेक्षित तत्वों की संतुलित आपूर्ति सुनिश्चित की जाए।
- उर्वरकों को मृदा में ऐसे स्थान पर अवस्थापित किया जाए जहाँ से उद्ग्रहण सर्वाधिक हो (जैसे यूरिया टेवलेट का गहरा अवस्थापन)।
- नाइट्रोजन उर्वरकों का अनुप्रयोग फसल के वृद्धि काल में पत्ती रंग पट्टिका की सहायता से निर्धारित पादप N स्तर में परिवर्तन के अनुसार किया जाए।
- अनुकूल प्रजातियों के उच्च गुणवत्ता वाले बीज का उपयोग किया जाए।
- सामान्य फसल प्रबंधन जैसे खरपतवार नियंत्रण, पौधें की दूरी, पौधशाला प्रबंधन, जल प्रबंधन इत्यादि उच्च स्तर पर किये जाए।
- कीट तथा रोगों का नियंत्रण समेकित नाशीजीव प्रबंधन तकनीक की सहायता से किया जाए।

1.4 स्थान–विशिष्ट पोषक तत्व प्रबंधन

यहाँ वर्णित स्थान विशिष्ट पोषक तत्व प्रंबधन रणनीति का उद्देश्य उचित पोषक तत्व एवं फसल प्रबंधन के द्वारा समगतिशील, अधिक तथा लाभकारी उपज प्राप्त करना है, जिसके लिए निम्नलिखित आवश्यक हैः

- सभी सुलभ पोषक तत्व स्रोतों का कुशल उपयोग करना जिसमें जैव खादें, फसल अवशेष, तथा अकार्बनिक उर्वरक सुलभता एवं कीमत के अनुसार सम्मिलित हो।

- पत्ती रंग पट्टिका का उपयोग करते हुए पादप आवश्यकता आधारित नाइट्रोजन प्रबंधन रणनीति का अनुपालन।
- पोषक तत्व वंचित क्यारी के उपयोग द्वारा मृदा की नैसर्गिक पोषक तत्व आपूर्ति (विशेषतः फास्फोरस तथा पोटैशियम) का निर्धारण।
- फसल को पोषक तत्वों (प्रमुख तथा सूक्ष्म पोषक तत्वें) की संतुलित आपूर्ति सुनिश्चित करना।
- मृदा पोषक तत्वों के भंडार का ह्रास रोकने हेतु दाना तथा पुआल में निष्कासित पोषक तत्वों (विशेषतः फास्फोरस तथा पोटैशियम) को प्रतिस्थापित करना।
- उर्वरक स्रोतों के न्यूनतम कीमत वाला संयोजन का चयन।
- उच्च गुणवत्ता वाला बीज तथा उपयुक्त पौध–सघनता का उपयोग, समेकित नाशीजीव प्रबंधन तथा उत्तम फसल प्रबंधन तांकि स्थान–विशिष्ट पोषक प्रबंधन का पूरा लाभ प्राप्त हो सके, तथा
- स्थानीय आवश्यकताओं के अनुरूप स्थान विशिष्ट पोषक तत्व प्रबंधन का अनुकूलन (जैसे किसानों के सहभागिता के साथ उनके खेतों में उपज तथा लाभ का मूल्यांकन)।

1.5 उर्वरक कार्यक्रम विकसित करना

स्थान – विशिष्ट पोषक तत्व प्रबन्धन पर आधारित उर्वरक कार्यक्रम विकसित किया जा सकता है:

- किसानों द्वारा प्रत्येक खेत के लिये अथवा
- प्रसार अभियान नियोजकों द्वारा समान मृदा पोषक तत्व आपूर्ति क्षमता वाले क्षेत्रों (संस्तुति प्रखण्डों) के लिये तैयार किया जा सकता है (खण्ड 1.7)।

उपयुक्त उर्वरक रणनीति के विकास के लिये भाोधकर्ताओं, प्रसार कार्य कर्ताओं तथा स्थानीय किसानों के सहयोग से सहभागिता का उपयोग करें। नई संस्तुतियों का वृहद् स्तर पर क्रियान्वयन से पहले कम से कम 1-2 फसल चक्र तक प्रक्षेत्र प्रदर्शन में मूल्यांकन करना चाहिये। उर्वरक कार्यक्रम को विकसित करने हेतु सारणी 2 में समय चक्र प्रस्तावित किया गया है।

टिप्पणीः

- ✍ उत्पादन के प्रतिबन्धों को प्राथमिकता के आधार पर क्रमबद्ध करें। कौन सी तकनीकें उत्पादन वृद्धि में अत्यधिक लाभदायक हैं? एक ही समय में कई नयी संस्तुतियों को लागू न करें। दो या तीन तकनीकों पर ही केन्द्रित करें (जैसे उच्च बीज गुणवत्ता तथा संशोधित एनपीके उर्वरक कार्यक्रम)।
- ✍ नयी संस्तुतियों के परीक्षण हेतु सीमित खेतों पर एक या दो ऋतुओं में सहभागिता प्रणाली का उपयोग करें तथा उसके पश्चात किसानों से सूचना संग्रहित करके उन संस्तुतियों को अनुकूलित करें।
- ✍ धान में नाइट्रोजन, फास्फोरस तथा पोटैशियम की कमी होना सामान्य है, किन्तु अन्य पोषक तत्वों जैसे जस्ता तथा गंधक की भी कमी हो सकती है, विशेषतः धान फसलीकरण की बढ़ती हुई सघनता के साथ।

सारणी 2. उन्नत पोषक तत्व प्रबन्धन रणनीति के सहभागी विकास तथा परीक्षण हेतु समयबद्ध कार्यक्रम की रूपरेखा

ऋतु	कार्य
ऋतु 1 से पहले	लक्ष्य क्षेत्र का चयन। लाभार्थियों की सभा का आयोजन करें। आवश्यकता एवं अवसर निर्धारण संपन्न करें। संस्तुति प्रखण्डों का चयन करें। आवश्यकता एवं अवसर निर्धारण के आधार पर प्रथम उन्नत उर्वरक नाइट्रोजन रणनीति विकसित करें।
ऋतु 1*	नयी विकसित उर्वरक नाइट्रोजन रणनीति का चयनित कृषकों के खेतों पर उनके सक्रिय सहयोग से परीक्षण करें। नैसर्गिक नाइट्रोजन, फास्फोरस तथा पोटैशियम आपूर्ति का निर्धारण करें। चयनित संस्तुति प्रखण्ड की प्रमाणिकता की जांच करें।
ऋतु 2 के पहले	किसानो तथा प्रसार विशेषज्ञों के सहयोग से उर्वरक संस्तुतियां विकसित करें।
ऋतु 2 एवं 3	नयी संस्तुतियों का किसानों के खतों में स्थित प्रदर्शन में परीक्षण एवं परिष्करण करें तथा उनमें आवश्यकतानुसार सुधार करें।
	ऋतु 3 में नाइट्रोजन, फास्फोरस तथा पोटैशियम की नैसर्गिक आपूर्ति के अनुमानों का सत्यापन करें।
ऋतु 4 एवं 5	वृहद स्तर पर उर्वरक संस्तुतियों का चयनित संस्तुति प्रखण्डों में प्रसार करें।
	अनुस्रवण एवं मूल्यांकन करें।

*आदर्शतः उच्च उपज ऋतु जिसमें अनुकूल जलवायु हो तथा नाशीजीवों का प्रकोप नगण्य हो।

1.6 आवश्यकता एवं अवसर का निर्धारण

एशिया में धान की खेती में वर्तमान उत्पादन स्तर तथा उर्वरक मूल्यों पर अधिकांश लाभोपार्जन उपज बढ़ाकर अथवा अन्शतः लागत घटाकर प्राप्त किया जा सकता है। उर्वरक लागत को कम मूल्य वाले स्थानीय उर्वरक स्त्रोतों के संयोजन का चयन तथा उर्वरक के कुशल एवं संतुलित उपयोग (जैसे अधिकतम सीमाकारी पोषक तत्व पर अधिक निवेश तथा कम सीमाकारी पोषकतत्व पर बचत) के द्वारा किया जा सकता है।

प्रसार अभियान रणनीति के विकास हेतु किसानों के जैव–भौतिक एवं सामाजिक–आर्थिक उत्पादन प्रतिबन्धों की जानकारी ही महत्वपूर्ण आधार है, और इसे आवश्यकता एवं अवसर निर्धारण से भली–भाँति प्राप्त किया जा सकता है:

- प्रबन्धन क्रियाओं से सम्बन्धित प्रतिबन्धों को चिन्हित करने हेतु किसानों की वर्तमान फसल, पोषक तत्व एवं नाशीजीव प्रबन्धन प्रणाली का मूल्याकंन करें।
- सर्वेक्षण के दौरान पाये गये उत्पादन प्रतिबन्धों के विषय में कृषकों की सजगता का मूल्याकंन करें।
- किसानों की अभिरूचि (तथा किसानों के समय का "अवसर कीमत") एवं सभी लाभार्थियों (किसान, गैर सरकारी संस्थायें, प्रसार कार्यकर्ता, स्थानीय सरकारी इकाइयाँ आदि) की कार्यक्रम की क्रियान्वयन क्षमता को ध्यान में रखते हुए इस बात का मूल्यांकन करें कि क्या उत्पादकता बढ़ाने के पर्याप्त अवसर है ?

उपयुक्त लक्ष्य क्षेत्र का चयन

लक्ष्य क्षेत्र का चयन आवश्यकता एवं अवसर निर्धारण के परिणाम, प्रारंभिक प्रक्षेत्र भ्रमण, लाभार्थियों के साथ वार्तालाप तथा प्रशासनिक

सीमाओं के अनुसार करें। उन्नत पोषक तत्व प्रबन्धन रणनीति के क्रियान्वयन हेतु उपयुक्त लक्ष्य क्षेत्र के एक या अधिक लक्षण निम्नलिखित हैः

अधिक उत्पादन की संभावना के होते हुए कम अथवा असंतुलित उर्वरक के प्रयोग के कारण कम उत्पादन (खण्ड 1.1)।

किसानों, उर्वरक वितरक एवं प्रसार कार्यकर्ताओं से स्थानीय उर्वरक उपयोग की जानकारी प्राप्त करें।

पोषक तत्व की कमी के लक्षण (खण्ड 2)।

पोषक तत्व के असंतुलित उपयोग अथवा नाइट्रोजन उर्वरक के अधिक उपयोग से उत्पन्न नाशीजीव समस्याएँ (जैसे–पर्णवृन्त झुलसा का प्रकोप)

अधिक सकल नाइट्रोजन दर अथवा अपर्याप्त विभाजन एवं समय के कारण नाइट्रोजन उर्वरक का अकुशल उपयोग, जैसे–यदि किसानः

- नाइट्रोजन उर्वरक का 175 किग्रा/हे0 से अधिक दर अनुप्रयोग करते हैं।
- प्रारम्भिक फसल वृद्धि के समय नाइट्रोजन उर्वरक का अधिक अनुप्रयोग (पौध रोपण/बुवाई के बाद 10 दिनों में 50 किग्रा नाइट्रोजन प्रति हे0 से अधिक अथवा बोवाई/रोपण के पश्चात् 20 दिनों में 75 किग्रा नाइट्रोजन प्रति हे0 की दर।
- खड़ी फसल में प्रत्येक बार 50 किग्रा नाइट्रोजन प्रति हे0 से अधिक मात्रा का अनुप्रयोग।
- शून्य नाइट्रोजन क्यारी की उपज के ऊपर प्रति टन उपज बढ़ाने के लिए 55 किलोग्राम उर्वरक नाइट्रोजन प्रति हे0 (120 कि.ग्रा. यूरिया प्रति है0) से अधिक मात्रा अनुप्रयोग करने की आवश्यकता हो।

- फसल के गिरने की समस्या रहती हो।

- मृदा की नैसर्गिक फास्फोरस अथवा पोटैशियम की अत्यधिक दोहन के साक्ष्य हो उदाहरणार्थ, यदि किसान मध्य से उच्च उत्पादन सीमा में दो या अधिक फसलें प्रति वर्ष उगाता है, तथा पिछले पॉच वर्षो में
  - फास्फोरस का 20 किग्रा P_2O_5 प्रति हे0 प्रति फसल से कम मात्रा में अनुप्रयोग किया हो।
  - पोटाश का 10 किग्रा K_2O प्रति हे0 प्रति फसल से कम मात्रा में अनुप्रयोग किया हो तथा पुआल को खेत से निष्कासित कर दिया हो।

पोषक तत्व स्रोतों का मूल्य, सुलभता एवं गुणवत्ता

उन्नत उर्वरक विधियॉ किसानों द्वारा तभी अपनायी जायेंगी, यदि

- वे विधियॉ किसानों को अधिक अर्थलाभ प्रदान करती हैं।
- किसानों को स्थानीय रूप से उपयुक्त मात्रा में उच्च गुणवत्ता के खनिज उर्वरक उपलब्ध हों।

आवश्यकता एवं अवसर निर्धारण के भाग के रूप में उर्वरक मूल्यों तथा उर्वरक गुणवत्ता के सत्यापन को सम्मिलित किया जाना चाहिए।

सकल लाभ विश्लेषण

नयी संस्तुतियों का खेतों में परीक्षण करने से पूर्ण सकल लाभ विश्लेषण कर लें तांकि निम्नलिखित का निर्धारण कर सकें:

- अन्न उत्पादन के रूप में सभी आगतों की कीमत प्रदर्शित करना (जैसे "शून्य लाभ–हानि उपज")

- नयी प्रणाली के अन्तर्गत अपेक्षित अतिरिक्त आगतों की कीमत।
- नयी उर्वरक प्रणाली के क्रियान्वयन हेतु अपेक्षित आगतों की अतिरिक्त कीमत (जैसे– श्रमिक)
- पुरानी प्रणाली की तुलना में भाुद्ध लाभ में वृद्धि।

परिवर्तन की तत्परता

उन्नत उर्वरक संस्तुतियों के विकास में किसान सर्वाधिक महत्वपूर्ण सहयोगी होते हैं तथा आवश्यकता एवं अवसर निर्धारण के प्रारम्भ में तथा नयी प्रणाली के पुष्टीकरण के समय सहभागी विधि में उनसे परामर्श करना चाहिए।

कार्यकर्ताओं को यह सुनिश्चित करना चाहिए कि नई तकनीक को अपनाने के लिए भूमि, श्रम तथा पूँजी पर्याप्त मात्रा में सुलभ है। यह भी पता लगायें कि ऋण के क्या स्रोत है तथा जहाँ आगत क्रय करने के लिए किसानों को ऋण लेने की आवश्यकता हो तो ब्याज की क्या दर लागू होगी ?

किसान नयी उर्वरक रणनीति को अपनाने में अधिक रूचि लेते हैं यदिः

- उससे उत्पादन में वृद्धि कम से कम 0.5 टन प्रति हे0 होती है ("देखने से विश्वास होता है")
- प्रक्षेत्र के लाभ में सार्थक वृद्धि करता है, तथा
- किसान की वर्तमान प्रबन्धन विधियों के साथ समेकित किया जा सकता है (श्रमिकों की आवश्यकता सहित)।

1.7 संस्तुति प्रखण्ड

चिन्हित संस्तुति प्रखण्ड पर आधारित लक्ष्य क्षेत्र में उर्वरक संस्तुतियॉ विकसित करें। संस्तुति प्रखण्डों का विकास उन न्यूनतम

उपलब्ध जैव–भौतिक एवं सामाजिक–आर्थिक लक्षणों के उपयोग द्वारा किया जा सकता है जो संभावी उत्पादन की समानता, नैसर्गिक पोषक तत्व आपूर्ति एवं प्रखण्ड में उर्वरक से आपेक्षित अनुक्रिया को निर्धारित करते हैं। एक संस्तुति प्रखण्ड को एक क्षेत्र के रूप में लक्षणीकृत किया जा सकता है जिसकी:

- एक जलागम सीमा हो।
- समान फसल प्रणाली एवं फसल समय चक्र हो।
- सिंचाई जल की समान सुलभता हो।
- समान मृदा उर्वरता स्तर (मृदा उर्वरता की वर्तमान जानकारी, मृदा गठन तथा अन्य मृदा गुणों पर आधारित मानचित्र, स्थूलाकृति, किसानों एवं प्रसार कार्यकर्ताओं का स्थानीय ज्ञान) तथा
- कई प्रशासनिक इंकाइयों को समाहित करती सीमाएं।

पोषक तत्व वंचित क्यारी विधि द्वारा मृदा की नैसर्गिक पोषक तत्व आपूर्ति का निर्धारण करके संस्तुति प्रखण्ड की मृदा उर्वरता का सत्यापन कर सकते हैं (खण्ड 1.8 देखें)।

संस्तुति प्रखण्ड के परिमाण (क्षेत्रफल) भिन्न–भिन्न हो सकते हैं जो कि उपरोक्त निर्धारकों की स्थानीय परिवर्तनता पर निर्भर करता है।

संस्तुतियाँ

सहभागिता प्रणाली का उपयोग करके किसानों के साथ मिलकर संस्तुतियॉ विकसित की जाती है। पृथक संस्तुतियॉ दी जा सकती हैः

- विभिन्न उत्पादन लक्ष्यों (अथवा आगत स्तर) के लिए
- विभिन्न प्रजातियों के लिए तथा

- विभिन्न फसल अवशेष प्रबन्धन की विधियों के लिए

तांकि संस्तुति प्रखण्ड के अन्तर्गत वर्तमान विधियॉ, कृषकों की आवश्यकताओं तथा अभिरूचियों के प्रति अनुक्रिया सुनिश्चित की जा सके।

1.8 नाइट्रोजन, फास्फोरस तथा पोटाश उर्वरकों की संस्तुतियों का विकास

यह खण्ड उत्पादन लक्ष्य को प्राप्त करने के लिए नाइट्रोजन, फास्फोरस तथा पोटाश की संतुलित मात्रा की गणना कैसें करें, पर प्रकाश डालता है तथा नाइट्रोजन और पोटाश उर्वरकों के अनुप्रयोग का समय और विभाजन का सुझाव देता है (सारणी 3)। यह पद्धति प्रसार अभियान नियोजकों द्वारा वृहद् क्षेत्र में संस्तुति को विकसित करने के लिए उपयोग की जा सकती है (खण्ड 1. 7) अथवा किसानों द्वारा एक खेत के लिए उर्वरक संस्तुति विकसित करने के लिए उपयोग की जाती है।

यदि किसी संस्तुति प्रखण्ड के लिए संपूर्ण उर्वरक कार्यक्रम विकसित करना है तो उर्वरक गणना के निम्नलिखित चरण हैः–

चरण 1. आर्थिक उपज लक्ष्य का चयन।

चरण 2. मृदा पोषक तत्वों की आपूर्ति का निर्धारण।

चरण 3. उर्वरक (नाइट्रोजन) दर की गणना एवं पादप आवश्यकता आधारित नाइट्रोजन प्रबंधन

चरण 4. उर्वरक फास्फोरस (P_2O_5) के दर की गणना।

चरण 5. उर्वरक पोटाश (K_2O) के दर की गणना।

इस अध्याय में दर्शायी गयी उर्वरक दर की गणना की विधियाँ निम्नलिखित सामान्य धारणाओं पर आधारित हैः

- उच्च उत्पादकता वाली धान की प्रजातियाँ जिनका उपज सूचकांक लगभग 0.5 हो, उगाई जाती है।

सारणी 3: नाइट्रोजन, फास्फोरस तथा पोटाश उर्वरक संस्तुति विकसित करने के लिए रूपरेखा

	इकाई	शुष्क ऋतु	नम ऋतु
चरण 1. आर्थिक उपज लक्ष्य का चयन करें			
संभावी उपज	टन/हे0	--------	--------
कृषक खेतों पर वास्तविक उपज (माध्य)	टन/हे0	--------	--------
उपज लक्ष्य	टन/हे0	--------	--------
चरण 2. पोषक तत्व वंचित क्यारी के उपज से मृदा पोषक तत्वों की आपूर्ति का निर्धारण करें			
नाइट्रोजन सीमित उपज (शून्य– N क्यारी से उपज)	टन/हे0	--------	--------
फास्फोरस सीमित उपज (शून्य– P क्यारी से उपज)	टन/हे0	--------	--------
पोटाश सीमित उपज (शून्य– K क्यारी से उपज)	टन/हे0	--------	--------
चरण 3. उर्वरक नाइट्रोजन दर की गणना एवं पादप आवश्यकता आधारित नाइट्रोजन प्रबंधन करें			
अपेक्षित उपज वृद्धि (उपज लक्ष्य – शून्य N क्यारी की उपज)	टन/हे0	--------	--------
अपेक्षित उर्वरक नाइट्रोजन की अनुमानित सकल मात्रा	कि.ग्रा./हे0	--------	--------
प्रारंभिक नाइट्रोजन अनुप्रयोग (रोपाई से 14 दिन बाद तक अथवा सीधी बुवाई से 21 दिन बाद तक)			
विकल्प 1 : सार्थक समय प्रणाली			
संपूर्ण ऋतु में नाइट्रोजन दर (रोपण/बोवाई के बाद ---- से ---- दिन)	कि.ग्रा./हे0	--------	--------

क्रान्तिक पत्ती रंग पट्टिका मान	पट्टी संख्या	--------	--------
पाठ्यांक अन्तराल	दिन	--------	--------
विकल्प 2 : निश्चित समय प्रणाली			
खड़ी फसल में उर्वरक नाइट्रोजन की पहली किस्त			
सक्रिय कल्ले के समय	कि.ग्रा./हे0	--------	--------
खड़ी फसल में उर्वरक नाइट्रोजन की दूसरी किस्त			
बाली सृजन के समय	कि.ग्रा./हे0	--------	--------
खड़ी फसल में अतिरिक्त वैकल्पिक मात्रा बालियाँ			
निकलते समय	कि.ग्रा./हे0	--------	--------
क्रान्तिक पत्ती रंग पट्टिका मान	पट्टी संख्या	--------	--------
चरण 4. उर्वरक फास्फोरस (P_2O_5) दर की गणना करें	कि.ग्रा./हे0	--------	--------
अनुरक्षण उर्वरक P_2O_5 दर	कि.ग्रा./हे0	--------	--------
चरण 5. उर्वरक पोटाश (K_2O)दर की गणना करें	कि.ग्रा./हे0	--------	--------
ऋतु के पहले पुआल की मिलाई गयी मात्रा	क./म./अ.	--------	--------
अनुरक्षण उर्वरक **K_2O** दर	कि.ग्रा./हे0	--------	--------
प्रथम अनुप्रयोग, रोपाई/बुवाई के ---- दिन बाद (-- %)	कि.ग्रा./हे0	--------	--------
द्वितीय अनुप्रयोग, रोपाई/बुवाई के ---- दिन बाद (-- %)	कि.ग्रा./हे0	--------	--------

- आर्थिक उपज लक्ष्य संभावी उपज का 75-80 प्रतिशत से अधिक न हो।
- संतुलित नाइट्रोजन, फास्फोरस तथा पोटाश उर्वरक का उपयोग किया जाता है।
- नाइट्रोजन उर्वरक की आपूर्ति पत्ती रंग पटि्टका का उपयोग करके सही समय पर उपयुक्त विभाजन में किया जाता है।
- उपयुक्त फसल प्रबन्धन विधियों का अनुपालन किया जाता है तथा अन्य प्रतिबन्धकों जैसे जलापूर्ति   खरपतवार, कीट तथा रोग फसल वृद्धि को बहुत सीमित नहीं करते।

चरण 1. आर्थिक उपज लक्ष्य का चयन

- उपज लक्ष्य का चयन एक ही ऋतु में उगाए गए पिछले 3-5 फसलों के औसत उपज जो कृषकों के वर्तमान उत्तम फसल प्रबंधन क्रियाओं से प्राप्त हो जब पोषक तत्व संबंधी प्रतिबंधको का निराकरण कर दिया जाय, के आधार पर करें।
- उपज लक्ष्य पोषक तत्वों की कुल मात्रा को दर्शाता है जो फसल द्वारा उद्ग्रहण किया जायेगा। यह जलवायु, प्रजाति तथा फसल प्रबंधन पर निर्भर होते हुए स्थान तथा ऋतु विशिष्ट होता है।
- उपज लक्ष्य का चयन संस्य अनुकृति प्रतिरूप (सिमुलेशन मॉडल) से निर्धारित संभावी उपज का 75-80% से अधिक नहीं होना चाहिए। उपज लक्ष्य, जो संभावी उपज के सन्निकट होता है, को प्राप्त करने के लिए अधिक मात्रा में उर्वरक आगत की आवश्यकता होती है, तथा फसल के नष्ट होने एवं लाभांश में हानि का खतरा बढ़ जाता है।
- उच्च उपज मौसम (अनुकूल जलवायु दशा) में उच्च उपज लक्ष्य एवं न्यून उपज मौसम (कम अनुकूल जलवायु दशा एवं फसल के

गिरने या रोग एवं कीटों से नष्ट होने का अधिक खतरा) में मध्यम उपज लक्ष्य का चयन करें।

चरण 2. मृदा पोषक तत्वों की आपूर्ति का निर्धारण

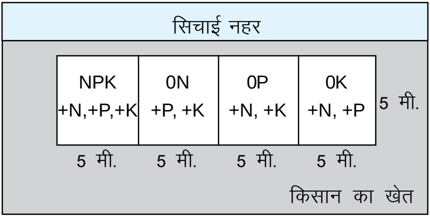
- पोषक तत्व वंचित क्यारी (अनुकूल मौसम एवं उत्तम बढ़वार की दशा) से प्राप्त अन्न की उपज को फसल मौसम में नाइट्रोजन, फास्फोरस एवं पोटाश के लिए संभावी मृदा आपूर्ति का सूचक के रूप में उपयोग करें (चित्र 3)। उत्तम गुणवत्ता के बीजों का उपयोग करें तथा जल एवं कीट नियंत्रण के साथ उचित फसल प्रबंधन का अनुसरण करें।

- संस्तुति प्रखण्ड में 10-20 प्रतिनिधि कृषकों के खेतों का चुनाव करें तथा प्रत्येक कृषक के खेत में 20×5 मीटर की क्यारी बनायें। इसको 5×5 मीटर आकार में 4 पोषक तत्व वंचित क्यारियों में विभक्त कर दें।(क्यारियों के बीच में मेडों की चौड़ाई 25 सेमी एवं ऊँचाई 25 सेमी हो, जिससे एक क्यारी से दूसरी क्यारी में पोषक तत्वों का संचलन रोका जा सके)।

शून्य नाइट्रोजन (N) : नाइट्रोजन–सीमित उपज का निर्धारण नाइट्रोजन वंचित क्यारी से किया जाता है, जिसमें नाइट्रोजन,केवल फास्फोरस तथा पोटाश का अनुप्रयोग करते है, किन्तु नाइट्रोजन का बिल्कुल नहीं। जब किसान उस मौसम में नाइट्रोजन उर्वरक का अनुप्रयोग खेत के अन्य भाग में करता है, तो उसका संदूषण रोकने के लिए मेड़ का निर्माण करें।

शून्य फास्फोरस (P) : फास्फोरस–सीमित उपज का निर्धारण फास्फोरस वंचित क्यारी से किया जाता हैं। इसमें नाइट्रोजन एवं पोटाश उर्वरक का अनुप्रयोग करते हैं, लेकिन फास्फोरस उर्वरक

का अनुप्रयोग नहीं करते। उपज लक्ष्य को प्राप्त करने के लिए नाइट्रोजन एवं पोटाश उर्वरक की पर्याप्त मात्रा का अनुप्रयोग करें।



चित्र 3. कृषक प्रक्षेत्र में वंचित क्यारियों के समूह की आकृति। जहाँ तक संभव हो, खेत का अंतिम छोर जहाँ जुताई के समय कृषक मुड़ता हो, का उपयोग न करें।

शून्य पोटाश (K) : पोटैशियम–सीमित उपज का निर्धारण पोटैशियम वंचित क्यारी से किया जाता हैं। इसमें नाइट्रोजन एवं फास्फोरस उर्वरक का अनुप्रयोग करते हैं, लेकिन पोटाश उर्वरक का प्रयोग नहीं करते। उपज लक्ष्य को प्राप्त करने के लिए नाइट्रोजन एवं फास्फोरस उर्वरक की पर्याप्त मात्रा का प्रयोग करें।

एनपीके (NPK): प्राप्य उपज उस क्यारी से प्राप्त करते है जिसमें नाइट्रोजन, फास्फोरस तथा पोटैशियम का अनुप्रयोग किया गया है। संस्तुति प्रक्षेत्र में उपज लक्ष्य प्राप्त करने हेतु पर्याप्त मात्रा में उर्वरक नाइट्रोजन, फास्फोरस तथा पोटैशियम का अनुप्रयोग करें।

शून्य फास्फोरस, शून्य पोटाश एवं एनपीके क्यारियों में फसल को गिरने से बचाने के लिए नाइट्रोजन उर्वरक का उचित विभाजन विधि अपनाएं। उचित मात्रा में जस्ता एवं अन्य सूक्ष्य पोषक तत्वों का अनुप्रयोग करें, यदि इनकी कमी सामान्यतः होती है।

- फसल पकने की अवस्था पर प्रत्येक वंचित क्यारी के मध्य में 2 मीटर × 2.5 मीटर क्षेत्रफल से दाने की उपज माप लें। सम्पूर्ण

बालियों को काटकर, प्लास्टिक के थैले में एकत्र कर लें तांकि उपज में कोई हानि नहीं हो। बालियों में से सावधानी पूर्वक दानों को अलग कर लें तथा खाली दानों को हटायें। दानों में नमी की मात्रा 12-16% करने के लिए दानों को तेज सूर्य के प्रकाश में पूरे दिन सुखाएँ। वर्षा ऋतु में दानों को पूर्ण रूप से सुखाने के लिए 2-3 दिन लग सकता है। अनाज की उपज को टनप्रति हेक्टेअर में अभिव्यक्त करें।

- 10-20 प्रतिनिधि कृषकों के खेतों से प्रत्येक वंचित क्यारी से प्राप्त उपज के औसत अनुमान ज्ञात करें जिससे हेतु प्राप्त होते हैं:
  - औसत नाइट्रोजन–सीमित उपज (शून्य–नाइट्रोजन क्यारी की उपज)।
  - औसत फास्फोरस–सीमित उपज (शून्य–फास्फोरस क्यारी की उपज)।
  - औसत पोटाश–सीमित उपज (शून्य–पोटाश क्यारी की उपज)।
  - प्राप्य उपज (एनपीके क्यारी की उपज)
- यदि वंचित क्यारीयों से प्राप्त परिणामों से आपके संस्तुति प्रखण्ड के अंतर्गत मृदा पोषक तत्वों की आपूर्ति में अधिक अन्तर इंगित होता है, तो उस संस्तुति प्रखण्ड को दो या अधिक भागों में विभाजित कर लें। साधारण नियमानुसार दो पृथक संस्तुति प्रखण्डों के औचित्य हेतु वंचित क्यारीयों से प्राप्त औसत उपज में कम से कम एक टन प्रति हेक्टेयर का अन्तर होना चाहिए।

टिप्पणी:

✍ शून्य–फास्फोरस, शून्य–पोटाश एवं एनपीके क्यारियों में समुचित नाइट्रोजन उर्वरक प्रबंधन करना आवश्यक है, क्योंकि नाइट्रोजन

जो सर्वाधिक सीमा बनी पोषक तत्व है, के प्रबंधन का धान की फसल में फास्फोरस एवं पोटाश के उद्ग्रहण पर उल्लेखनीय प्रभाव पड़ता है। संभावी उपज का 75-80% प्राप्त करने के लिए नाइट्रोजन उर्वरक की दर अधिक होना चाहिए तथा अनुप्रयोग का समय एवं विभाजन उपयुक्त होना चाहिए (चरण 3)। शून्य–फास्फोरस, शून्य–पोटाश एवं एनपीके रहित क्यारियों में कृषक की वर्तमान नाइट्रोजन प्रबंधन क्रियाओं का अनुसरण नहीं करें।

- ✍ उपज एवं ऋतु के अनुसार शून्य–पोटाश क्यारी में 30–45 किग्रा प्रति हेक्टेअर फास्फोरस (P_2O_5) एवं शून्य–फास्फोरस क्यारी में 50–100 किग्रा प्रति हेक्टेअर पोटाश (K_2O) का अनुप्रयोग करें।
- ✍ उपयुक्त जलवायु दशा एवं समुचित फसल प्रबंधन की स्थिति में ही अनाज की उपज पोषक तत्वों की संभावी आपूर्ति के सूचक के रूप में मान्य है। अनाज की उपज अन्य कारकों जैसे अन्य पोषक तत्वों की आपूर्ति, जल आपूर्ति, एवं रोगों और कीटों के प्रकोप द्वारा प्रभावति नहीं होना चाहिए। ऐसे ऑकड़ों का उपयोग नहीं करना चाहिए जहॉ फसल के गिरने, चूहों, रोग एवं कीटो द्वारा हानि अधिक हो।
- ✍ अनाज की उपज के आधार पर मृदा पोषक तत्वों की आपूर्ति का माप धान की भीगी छिटकवॉ विधि में रोपित धान की तुलना में कम होती है, क्योंकि पादप आधारित मृदा पोषक तत्वों की आपूर्ति का आकलन फसल की प्रजाति एवं फसल अवस्थापना विधियों द्वारा प्रभावित होती हैं। इसलिए मृदा पोषक तत्वों की आपूर्ति का आकलन कृषक के खेत पर उसकी फसल अवस्थापना विधियों द्वारा करना महत्वपूर्ण होता है।

✍ यदि वर्तमान कृषक विधि में वह अकार्बनिक उर्वरक के अतिरिक्त जैव खाद जैसे कम्पोस्ट, अहाता खाद आदि का उपयोग करता है, तो उतनी मात्रा में जैव खाद का भी अनुप्रयोग प्रत्येक वंचित क्यारी में करें।

चरण 3. नाइट्रोजन उर्वरक की दर की गणना एवं पादप आवश्यकता पर आधारित

नाइट्रोजन उर्वरक के कुशल प्रबंधन हेतु कृषक के खेत पर दो से संपूरक विधियों (सार्थक समय तथा निश्चित समय) का सफलता पूर्वक उपयोग किया गया है। सारणी 3 में दोनों विधियों के मुख्य बिन्दुओं का विवरण दिया गया है। किसानों के खेतों पर उनकी सहभागिता से दोनों विधियों के एक साथ परीक्षण की संस्तुति की जाती है जिससे दोनों विधियों के परिणामों का मूल्यांकन उनके विस्तृत क्षेत्र में प्रसार से पहले हो जायॅ। नाइट्रोजन उर्वरक प्रबंधन रणनीति विकसित करते समय सामाजिक–आर्थिक कारकों (श्रमिक की उपलब्धता एवं मजदूरी, धान और उर्वरक की कीमत, उर्वरक स्रोतों की उपलब्धता, वर्तमान उर्वरक अनुप्रयोग विधियॉ) पर अवश्य विचार कर लें।

विकल्प N1: सार्थक समय विधि

फसलोत्पादन मौसम में प्रायः किसान पत्तियों के रंग को धान की फसल में नाइट्रोजन स्तर के दृश्य सूचक के रूप में तथा नाइट्रोजन उर्वरक के अनुप्रयोग की आवश्यकता के निर्धारण हेतु उपयोग करते हैं। फसलोंत्पादन मौसम में पौधों में नाइट्रोजन स्तर के अनुस्रवण हेतु पत्ती रंग पटि्टका एक बहुत ही सरल एवं मितव्ययी निदान उपकरण है तथा खड़ी फसल में नाइट्रोजन उर्वरक अनुप्रयोग के नियोजन में निर्णय–सुविधा प्रदान करता है।

यदि धान की पत्तियों का रंग पत्ती रंग पटि्टका के क्रांतिक स्तर से कम हो, तो यह फसल में नाइट्रोजन की कमी का सूचक होता है तथा ऐसी स्थिति में नाइट्रोजन उर्वरक की एक पूर्व निर्धारित मात्रा का अनुप्रयोग किया जाता है। कृषक को इससे फसल को प्रभावित करने वाले ऋतु–विशिष्ट जलवायु दशा के अनुसार नाइट्रोजन उर्वरक के अनुप्रयोग को समायोजित करने में सहायता मिलती है (इसे सार्थक–समय नाइट्रोजन प्रबंधन कहते हैं)। उत्तम सार्थक समय नाइट्रोजन प्रबंधन, नाइट्रोजन उर्वरक की आवश्यकता को कम करता है, नाइट्रोजन उपयोग की दक्षता को बढ़ाता है एवं धान की फसल को रोगों एवं कीटों के प्रति संवेदनशीलता को कम करता है।

सार्थक समय विधि का आधारभूत सिद्धान्त

मानक पत्ती रंग पटि्टका (मुख पृष्ट पर छाया चित्र) जो अंतराष्ट्रीय धान अनुसंधान संस्थान द्वारा विकसित वर्ष 2003 से आपूर्ति किया जा रहा है, में 4 हरे रंग की पटि्टयॉ होती है जो पीला–हरा (संख्या 2) से गहरा हरा (संख्या 5) में विभक्त होती है। क्रांतिक पत्ती रंग पटि्टका मान, जिससे कम मान होने पर नाइट्रोजन उर्वरक अनुप्रयोग करने की संस्तुति की जाती है, प्रजाति तथा फसल अवस्थापन विधि के अनुसार 2 से 4 के बीच में होता है। सारणी 4 में क्रांतिक पत्ती रंग पटि्टका का मान दिया गया है, जिसको स्थानीय परिस्थितियों के अनुसार अंशाकित किया जाता है।

पत्ती रंग पटि्टका के उपयोग हेतु मार्गदर्शिका

- रोपित धान में रोपाई के 14 वें दिन अथवा नम बुवाई (छिटकवाँ) के 21 वें दिन से प्रारम्भ करके प्रत्येक 7 से 10 दिन पर एक बार पत्ती रंग पटि्टका से पाठ्यांक लें। अन्तिम बार पाठ्यांक

सारणी 4. धान की प्रजाति एवं फसल अवस्थापन विधि के अनुसार पत्ती रंग पटि्टका का कांतिक मान के उदाहरण।

प्रजाति	*फसल उगाने की विधि*	*पत्ती रंग पटि्टका मान*
सुवासित एवं सुगन्धित	–	2
अर्ध बौनी इण्डिका	सीधी बुवाई	3
अर्ध बौनी इण्डिका	रोपाई	3.5
संकर	रोपाई	3.5

उस समय लें जब फूल आने भाुरू होते हैं (प्रथम फसल आना)। यदि किसान कम बार पाठ्यांक लेना चाहता है तो निश्चित समय विधि (विलल्प N2) जिसमें फसल की क्रांतिक वृद्धि अवस्था जैसे कल्लों निकलने की सक्रिय अवस्था, बालियों के सृजन के समय पाठ्यांक लिया जाता है संस्तुति करें (देखें A-9)।

- पत्ती रंग पटि्टका का पाठ्यांक लेते समय सबसे ऊपर की पूर्ण रूप से विकसित पत्ती (Y पत्ती) का चयन करें क्योंकि यह धान के पौधें में नाइट्रोजन के स्तर का सबसे अच्छा सूचक होती है। एक पत्ती के रंग का मापन, पत्ती के मध्य भाग के रंग को पटि्टका से तुलना करके करते हैं। यदि पत्ती के रंग का मान दो मानों के मध्य पड़ता है तो दोनों मानों का औसत ज्ञात कर लेते हैं। उदाहरणार्थ, यदि पत्ती का रंग मान 3 और 4 के बीच है तो उसका औसत मान 3.5 अंकित करते है।
- पत्तियों का रंग मापने वाले व्यक्ति की छाया पत्तियों पर पड़नी चाहिए क्योंकि पत्ती का रंग सूर्य के कोण एवं प्रकाश तीव्रता से

प्रभावित होता है। इसलिए जहॉ तक सॅभव हो पूरे मौसम में एक ही व्यक्ति द्वारा पत्ती रंग पट्टिका मान का मापन प्रत्येक बार दिन के उसी समय करना चाहिए।

- एक खेत में विभिन्न स्थानों (यादृच्छिक तरीके से) से कम से कम 10 पत्तियों का पत्ती रंग पट्टिका पाठ्यांक लेना चाहिए। यदि 6 या अधिक पत्तियों का पत्ती रंग पट्टिका मान स्थापित क्रांतिक मान से कम है तो उस स्थिति नाइट्रोजन उर्वरक का तत्काल अनुप्रयोग करना चाहिए। अर्धबौनी इंडिका प्रजातियों के लिए संस्तुत नाइट्रोजन उर्वरक की दरें सारणी 5 में दी गई है।

पत्ती रंग पट्टिका के अंशांकन हेतु मार्ग दर्शिका

पत्ती रंग पट्टिका के अंशांकन हेतु भाोध प्रक्षेत्र अथवा कृषक के खेत में परीक्षण स्थापित किया जा सकता है। सर्वाधिक लोकप्रिय 3-4 स्थानीय प्रजातियों का चयन करें तथा धान की फसल का तुलनात्मक अध्ययन अलग–अलग क्रांतिक पत्ती रंग पट्टिका मान (जैसेः 3, 3.5, तथा 4) पर करें। जैसा कि ऊपर वर्णित है, पत्ती रंग पट्टिका का उपयोग करते हुए नाइट्रोजन उर्वरक का अनुप्रयोग करें। उर्वरक उपयोग के अतिरिक्त, दानों की उपज संघटक (वैकल्पिक), रोग एवं कीटों के प्रकोप का गुणात्मक सूचकांक तथा फसल गिरने की स्थिति भी अंकित करें।

- शोध केन्द्र पर परीक्षण हेतु गुणित आकृति का चयन करें। उदाहरणार्थ, तीन प्रजातियाँ एवं तीन क्रांतिक पत्ती रंग पट्टिका मान को उपचार के रूप में लेकर चार पुनरावृति के साथ पूर्ण यादृच्छिक खण्ड आकृति।
- यदि कृषक के खेत पर अंशांकन करने का निर्णय लिया है तो कृषक के खेत को ही पुनरावृति के रूप में मान्यता दें। इसके लिए

प्रति प्रजाति कम से कम चार कृषकों के खेतों का पुनरावृति के रूप में चयन करें एवं 2-3 क्रांतिक पत्ती रंग पट्टिका मान का प्रत्येक खेत में परीक्षण करें।

- विभिन्न उपचारों में सस्य दक्षता (AE, प्रति इकाई नाइट्रोजन उर्वरक के अनुप्रयोग द्वारा किग्रा दाने की उपज में बढ़ोत्तरी, देखें खण्ड 1.3) ज्ञात करने हेतु बिना उर्वरक अनुप्रयोग की एक क्यारी रखें।
- क्रांतिक पत्ती रंग पट्टिका मान मुख्यतः प्रजाति एवं फसल अवस्थापन विधि पर निर्भर करता है (सारणी 4) जब कि विभाजित उपयोग में प्रत्येक बार नाइट्रोजन उर्वरक की मात्रा, मौसम–विशिष्ट है तथा जलवायु द्वारा प्रभावित आशातीत उपज वृद्धि पर निर्भर करता है (सारणी 5)।

सारणी 5. अर्ध–बौनी इण्डिका प्रजाति में नाइट्रोजन उर्वरक की प्रस्तावित मात्रा जो प्रत्येक समय पत्तियों का रंग क्रांतिक पत्ती रंग पटिट्का मान से कम होने पर अनुप्रयोग किया जाएगा।

शून्य उर्वरक क्यारी के ऊपर उपज में वृद्धि (टन प्रति है0)	रोपाई से 14 अथवा बुवाई से 21 दिन बाद से बाली सृजन तक अनुप्रयोग दर (किलोग्राम नाइट्रोजन/है0*
1–2	25
2–3	35
3–4	45

* बाली सृजन की शुरूआत से लेकर पहली फूल समाप्ती तक 25 कि.ग्र. N/है0 का उपयोग करें।

टिप्पणी:

- ✍ चूँकि पत्ती रंग पटि्टका विधि पादप–आधारित नाइट्रोजन प्रबंधन विधि है, केवल नाइट्रोजन सीमित उपज का एक सन्निकट अनुमान ही अपेक्षित है जिससे नाइट्रोजन उर्वरक की रोपाई से 14 दिन बाद से पूर्व के समय दी जाने वाली प्रारंभिक मात्रा की आवश्यकता का निर्धारण हो सके। यदि मृदा नाइट्रोजन आपूर्ति क्षमता बहुत ही कम है तो नाइट्रोजन उर्वरक का प्रारंभिक अनुप्रयोग नहीं करने से कल्लों की संख्या कम हो सकती है। इसलिए प्रारंभिक नाइट्रोजन उर्वरक का निर्णय विकल्प N 2 (नीचे देखे) के अनुसार करें तथा पत्ती रंग पटि्टका का उपयोग खड़ी फसल में नाइट्रोजन उर्वरक के अनुप्रयोग को समायोजित करने हेतु करें, जैसा कि इस खण्ड में वर्णित है।
- ✍ पत्ती रंग पटि्टका आधारित नाइट्रोजन प्रबंधन वहाँ अधिक प्रभावशाली होगा जहॉ इसे समेकित स्थान–विशिष्ठ पोषक तत्व प्रबंधन रणनीति के अंग के रूप में अपनाया जायेगा। नाइट्रोजन उर्वरक का अनुकूलतम अनुक्रिया प्राप्त करने हेतु अन्य पोषक तत्व (जैसे फास्फोरस, पोटाश, गंधक एवं जस्ता) सीमाकारी नहीं होने चाहिए। फास्फोरस एवं पोटाश का अनुप्रयोग चरण 4 और 5 में बताये गये एंव सूक्ष्म पोषक तत्वों (गंधक एवं जस्ता) का अनुप्रयोग मृदा परीक्षण अथवा स्थानीय संस्तुति के अनुसार करें।
- ✍ फास्फोरस की कमी (खण्ड 2.2) के कारण पत्तियों का रंग गहरा हरा हो जाता है जिससे पत्ती रंग पटि्टका मान भ्रमक होता है।
- ✍ सार्थक समय विधि से नाइट्रोजन प्रबंधन हेतु पत्ती रंग पटि्टका का अंशांकन स्थानीय स्तर पर करना गुणकारी है। इसके साथ एक सरल निर्देश प्रपत्र होना चाहिए जिसमें किसानों के लिए स्थानीय

भाषा में स्पष्ट दिया हो कि मौसम विशेष में धान की फसल में नाइट्रोजन उर्वरक की मात्रा तथा समय का निर्धारण कैसे करें।

विकल्प 2 : निश्चित–समय विधि

निश्चित–समय विधि से कुल नाइट्रोजन उर्वरक की आवश्यकता (किग्रा0 प्रति हेक्टेअर) ज्ञात होती है तथा फसल की वृद्धि अवस्था, प्रजाति, फसल मौसम एवं फसल अवस्थापन विधि के आधार पर, उर्वरक के विभाजन तथा अनुप्रयोग के समय को योजना प्रदान करता है। पत्ती रंग पटिट्का विधि से खड़ी फसल में नाइट्रोजन उर्वरक के प्रत्येक बार अनुप्रयोग को समायोजित किया जा सकता है।

निश्चित समय विधि के आधारभूत सिद्धान्त

अपेक्षित नाइट्रोजन उर्वरक की कुल मात्रा का आकलन करें तथा नाइट्रोजन उर्वरक के विभाजित अनुप्रयोग की समय सारणी विकसित करें। क्रांतिक वृद्धि अवस्थाओं पर पूर्व निर्धारित उर्वरक N दरों को पत्ती रंग पटिट्का के उपयोग से समायोजित करें। सारणी 6 का उपयोग कुल नाइट्रोजन उर्वरक दर के आकलन हेतु निम्न आधार पर करें:

- उपज लक्ष्य तथा शून्य–नाइट्रोजन क्यारी से प्राप्त उपज के अंतर से आकलित उर्वरक नाइट्रोजन के अनुप्रयोग से संभावित उपज अनुक्रिया (चरण 1 तथा 2)।
- प्राप्य सस्य नाइट्रोजन दक्षता (पहले पृष्ठ 7-8 देखे)

साधारण नियम: अपेक्षित प्रति टन दाना की उपज में वृद्धि के लिए 40-60 कि.ग्रा. उर्वरक नाइट्रोजन प्रति हेक्टेअर का अनुप्रयोग करें।

केवल अति अनुकूल जलवायु दशा सहित उच्च–उपज ऋतु में ही

सारणी 6. उपज लक्ष्य एवं शून्य नाइट्रोजन (-N) क्यारियों में नाइट्रोजन सीमित उपज के अनुसार उर्वरक नाइट्रोजन की दरें।

सस्य नाइट्रोजन दक्षता (Δ कि.ग्रा. दाना/कि.ग्रा. उर्वरक नाइट्रोजन) →	16.7	20	25
उर्वरक नाइट्रोजन से उपज अनुक्रिया (टन/है0) ↓	नाइट्रोजन उर्वरक दर (कि.ग्रा. प्रति है0)		
1	60	50	40
2	120	100	80
3	180	150	120
4	‣	200	160
5	‣	‣	200

‣ असंभव उपज लक्ष्य इंकित करता है।

शून्य नाइट्रोजन क्यारी की तुलना में 4 टन/है0 से अधिक संभावी उपज अनुक्रिया का चयन करें। उष्ण कटिबंधी एशिया में अनुभव यह इंगित करता है कि सस्य–नाइट्रोजन दक्षता (AE_N) 25 प्रायः उच्च उपज ऋतु में उत्तम फसल प्रबंधन से प्राप्य है, तथा 16.7 अथवा 20 दक्षता न्यन–उपज ऋतु में उत्तम फसल प्रबंधन से प्राप्य है।

ज्ञातव्य है कि सस्य नाइट्रोजन दक्षता (AE_N) न्यून नाइट्रोजन दर पर उच्च नाइट्रोजन की अपेक्षा अधिक रहती है। उष्ण कटिबंध में प्रभावी, पर्यावरणीय समुचित नाइट्रोजन प्रबंधन का लक्ष्य उत्तम सस्य नाइट्रोजन दक्षता (AE_N) 16.7 से 25 कि.ग्रा. दाना प्रति कि. ग्रा. उर्वरक नाइट्रोजन प्राप्त करते हुए उच्च आर्थिक उपज प्राप्त करना है। समशीतोष्ण जलवायु में उत्तम सस्य नाइट्रोजन दक्षता (AE_N) 25 कि.ग्रा./कि.ग्रा. से अधिक होने पर फसल अनुक्रिया

5 टन/है0 से अधिक हो सकती है, ऐसी दशा में सारणी 6 में प्रस्तावित उर्वरक नाइट्रोजन की दरो को समायोजित करने की आवश्यकता होगी।

- कुल नाइट्रोजन उर्वरक संस्तुति को 2-4 बार में विभाजित करें। लम्बी समयावधि वाली प्रजाति तथा उच्च उपज की ऋतु में अधिक विभाजन करें। जब फसल की नाइट्रोजन मांग अधिक हो, (जैसे कल्ले निकलने की मध्यावधि से फूल आने के बीच), तो अधिक नाइट्रोजन का अनुप्रयोग करें। यदि मौसम की दशा बहुत ही अनुकूल हो, तभी एक बार में 45 कि.ग्रा. नाइट्रोजन प्रति हेक्टेअर की दर से अधिक मात्रा में अनुप्रयोग करें।
- नाइट्रोजन उर्वरक के विभाजित अनुप्रयोग की सन्निकट दरे विकसित करने हेतु सारणी 7-9 का उपयोग करें। वृद्धि–प्रावस्थाएँ दी गई है किन्तु, अनुप्रयोग का वास्तविक दिन प्रजाति (फसल अवधि) पर निर्भर करता है। उष्ण कटिबंधीय धान में कटाई से 60 दिन पूर्व बाली सृजन होता है तथा कल्ले निकलने की सक्रिय अवस्था रोपाई से 14 दिन बाद अथवा सीधी बुवाई से 21 दिन बाद तथा बाली सृजन के प्रारम्भ तक की अवधि के लगभग मध्य में होता है।
- युवा धान की फसल में रोपाई से 14 दिन अथवा सीधी बुवाई से 21 दिन बाद प्रारंभिक नाइट्रोजन अनुप्रयोग की दर निर्धारण हेतु निम्नलिखित मार्गदर्शिका का उपयोग करें।
    - यदि उपज अनुक्रिया 1 टन/है0 से कम हो तो प्रारंभिक अनुप्रयोग नही करें। यदि उपज अनुक्रिया 1 तथा 3 टन/है0 के मध्य हो तो सामान्यतः 20-30 कि.ग्रा. नाइट्रोजन/है0 अनुप्रयोग करें यदि उपज अनुक्रिया 3 टन/है0 से अधिक हो तो सकल नाइट्रोजन का 25-30 प्रतिशत अनुप्रयोग करें।

- जब उच्च गुणवत्ता की जैवांश पदार्थ अथवा कम्पोस्ट अनुप्रयोग किया गया हो तो प्रारंभिक नाइट्रोजन अनुप्रयोग कम करे अथवा नही करें।
- रोपित धान में प्रारंभिक नाइट्रोजन अनुप्रयोग भारी मात्रा (50 कि.ग्रा. नाइट्रोजन/है0 से अधिक) में नहीं करे क्योंकि प्रारंभिक वृद्धि धीमी होती है तथा रोपाई के बाद 3 सप्ताह तक नाइट्रोजन उद्ग्रहण कम होता है।
- कम कल्ले वाली तथा बड़ी बाली की प्रजातियों की जब अधिक उम्र की पौध (24 दिन से अधिक) अथवा कम अवधि की प्रजातियों का उपयोग करे, जहाँ पौधों की दूरी अधिक हो (20 पुंज/मीटर^2 से कम) तो कल्लो के प्रोत्साहन हेतु, अथवा उन क्षेत्रों में जहाँ पर रोपाई अथवा बुवाई (जैसे ऊँचे स्थानों पर) के समय वायु तथा जल का तापमान कम रहता हो तो प्रारंभिक नाइट्रोजन अनुप्रयोग की मात्रा बढ़ा दे।
- रोपाई से पूर्व प्रारंभिक नाइट्रोजन को मृदा में मिला दें अथवा रोपाई से 14 दिन तक अथवा बुवाई से 21 दिन तक प्रारंभिक नाइट्रोजन का अनुप्रयोग करें। प्रारंभिक नाइट्रोजन के स्रोत रूप में अमोनिमयुक्त नाइट्रोजन उर्वरक उपयोग करे, नाइट्रोजन युक्त नहीं। प्रारंभिक नाइट्रोजन अनुप्रयोग के लिए पत्ती रंग पट्टिका का उपयोग करने की आवश्यकता नहीं है।

- रोपाई से 14 दिन अथवा सीधी बुवाई से 21 दिन बाद पत्तियों में नाइट्रोजन स्तर तथा फसल की नाइट्रोजन आवश्यकता के अनुमान हेतु पत्ती रंग पट्टिका का उपयोग करे। जब पत्तियाँ पीली–हरी हो तो उर्वरक नाइट्रोजन की दर ऊपर की ओर तथा जब पत्तियाँ हरी हो तो नीचे की ओर समायोजित करें।

- पत्तियों का हरापन बनाए रखने तथा दानो के भराव को प्रोत्साहित करने हेतु नाइट्रोजन की एक बार देर से अनुप्रयोग करे। जैसे बाली निकलते समय, किन्तु ऐसा केवल स्वस्थ फसल में ही करे जिसकी संभावित उपज अधिक हो। उच्च उपज ऋतु में संकर धान तथा बड़ी बाली की प्रजातियाँ में प्रायः बाली निकलते समय नाइट्रोजन अनुप्रयोग की आवश्यकता होती है। फसल गिरने तथा नाशीजीवों के खतरे को कम करने हेतु बाली सृजन तथा फूल आने के मध्य में विशेषतः न्यून–उपज ऋतु में नाइट्रोजन उर्वरक की अत्याधिक मात्रा का अनुप्रयोग नही करें।
- अधिकांश धान की प्रजातियों में मानक इरी पत्ती रंग पट्टिका के लिए सारणी 7-9 में वर्णित पत्ती रंगों के समतुल्य पत्ती रंग पट्टिका का मान निम्नलिखित है:
  - पीला–हरा : पत्ती रंग पट्टिका मान 3.0
  - मध्यवती : पत्ती रंग पट्टिका मान 3.5 (3.0 तथा 4.0 के मध्य) एवं
  - हरा : पत्ती रंग पट्टिका मान 4.0
- सारणी 7-9 में दर्शाई गई उर्वरक दरे अपेक्षाकृत उच्च नाइट्रोजन उपयोग दक्षता (सस्य नाइट्रोजन दक्षता अथवा AE_N) 16.7-20 कि. ग्रा. दाना बढ़ोत्तरी प्रति कि.ग्रा. उर्वरक नाइट्रोजन ऐसी ऋतु में जब संभावी अनुक्रिया 1-2 टन/है0 हो तथा 25 कि.ग्रा. दाना बढ़ोत्तरी ऐसी ऋतु में जब संभावी उर्वरक अनुक्रिया 3-4 टन/है0 हो, के लिए है (सारणी 6 देखें)।
- फसल की माँग एवं मृदा नाइट्रोजन आपूर्ति के अनुसार विभाजित अनुप्रयोग की मात्रा के अनुकूलन हेतु पादप–नाइट्रोजन स्तर के पर्यवेक्षण करने के लिए पत्ती रंग पट्टिका का उपयोग करे।

सारणी 7-9 में विभिन्न पत्ती रंगों (पत्ती रंग पट्टिका मानों) के लिए नाइट्रोजन की दरे दर्शाने का उद्देश्य उन दशाओं में पर्याप्त परिवर्तनीयता का समायोजन करना है जहाँ किसी ऋतु तथा स्थान में उर्वरक की फसल अनुक्रिया उर्वरक नाइट्रोजन से संभावी फसल उपज अनुक्रिया से उल्लेखनीय भिन्न हो।

- सारणी 7-9 में दर्शाई गई नाइट्रोजन की दरों का स्थान विशिष्ट फसलोत्पादन दशाओं तथा धान की प्रजाति के अनुरूप समायोजित तथा सूक्ष्म–परिशोधित की जा सकती है।

1. रोपित धान (अन्तःप्रजनित प्रजाति) (सारणी 7 देखें)

20-40 पुंज प्रति वर्ग मीटर, उच्च उपज वाली पारम्परिक प्रजाति, एवं लगातार जल मग्नता अथवा समयान्तराल पर सिंचाई। रोपित धान की पर्ण क्षेत्रफल में वृद्धि, भुष्क पदार्थ का संग्रहण एवं प्रारंभिक वृद्धि के दौरान नाइट्रोजन उद्ग्रहण की दर कम होती है। लेकिन कल्ले निकलने की मध्यावधि से लेकर दानों के भरने के दौरान वृद्धि एवं नाइट्रोजन उद्ग्रहण की दर अधिक होता है।

2. नम–बुवाई धान (सारणी 7 देखें)

प्रति हेक्टेअर 80 से 150 कि.ग्रा. बीज, छिटकवॉ विधि द्वारा बुवाई, उच्च उपज वाली पारम्परिक प्रजाति, फसल उगने के बाद लगातार जलमग्नता। छिटकवॉ विधि द्वारा बोए गये धान में पर्ण क्षेत्रफल का विकास, शुष्क पदार्थ का संग्रहण तथा फसल वृद्धि के प्रारंभ में नाइट्रोजन उद्ग्रहण तीव्रगति से होता है, जबकि बालियॉं सृजन के बाद, वृद्धि दर एवं नाइट्रोजन उद्ग्रहण मंद गति से होता है, विशेषतः दानों के भरने के समय रोपित धान की तुलना में नम–बुवाई धान में पत्तियों के हरापन भीघ्र समाप्त होने तथा फसल गिरने की समस्याएं अधिक गंभीर होती है सीधी बुवाई के धान में

सारणी 7. उच्च नाइट्रोजन दक्षता वाले रोपित तथा नम बुवाई अन्तःप्रजनित धान के लिए नाइट्रोजन उर्वरक के विभाजन का सुझाव।

शून्य नाइट्रोजन क्यारी के ऊपर संभावी उपज वृद्धि →		1 टन/है0	2 टन/है0	3 टन/है0	4 टन/है0
वृद्धि प्रावस्था	पत्ती का रंग*	कुल उर्वरक दर (कि.ग्रा. प्रति है0)			
रोपाई से 14 दिन बुवाई से 21 दिन बाद तक		–	20	30	45
कल्ले निकलना	पीला–हरा	35	45	45	60
	मध्यवर्ती	25	35	35	45
	हरा	–	–	25	25
बालियों का सृजन	पीला–हरा	35	45	60	60
	मध्यवर्ती	25	35	45	45
	हरा	–	25	25	25

*समतुल्य पत्ती रंग पट्टिका मान हेतु परिशिष्ट में पृष्ठ A-6 पर आलेख देखें।

देर से नाइट्रोजन अनुप्रयोग करने की आवश्यकता नहीं होती है।

3. रोपित धान (संकर) (सारणी 8 देखें)

20–30 पुंज प्रति वर्ग मीटर, उच्च संभावी उपज का संकर धान, लगातार जलमग्नता या समयान्तराल पर सिंचाई। अनुकूल जलवायु दशा एवं उच्च संभावी उपज।रोपित संकर धान में देर से नाइट्रोजन अनुप्रयोग करने पर प्रायः उत्तम अनुक्रिया प्राप्त होता है।

4. रोपित धान (बड़ी बाली प्रकार) (सारणी 9 देखे)

उच्च उपज वाला धान जिसकी बहुत बड़ी बालियाँ हो (बाली भार प्रकार), अपेक्षाकृत कम कल्ले तथा गिरने के प्रति उत्तम प्रतिरोधन। इसमें सम्मिलित है धान के कुछ नए पादप प्रकार तथा कुछ संकर धान जैसे चीन का ''सुपर'' संकर धान।

सारणी 8. रोपित संकर धान के लिए नाइट्रोजन उर्वरक के विभाजन का सुझाव।

शून्य नाइट्रोजन क्यारी के ऊपर संभावी उपज वृद्धि →		1 टन/है0	2 टन/है0	3 टन/है0	4 टन/है0
वृद्धि प्रावस्था	पत्ती का रंग*	कुल उर्वरक दर (कि.ग्रा. प्रति है0)			
रोपाई से 14 दिन बुवाई से 21 दिन बाद तक		–	20	30	45
कल्ले निकलना	पीला–हरा	35	45	45	60
	मध्यवर्ती	25	35	35	45
	हरा	–	–	25	25
बालियों का सृजन	पीला–हरा	35	45	60	60
	मध्यवर्ती	25	35	45	45
	हरा	–	25	25	35
फूल आने का प्रारंभ	पीला हरा	–	–	20	20

*समतुल्य पत्ती रंग पटि्टका मान हेतु परिशिष्ट में पृष्ठ A-6 पर आलेख देखें।

टिप्पणी :

✍ यदि भारी वर्षा की सॅभावना हो तो खड़ी फसल में नाइट्रोजन का अनुप्रयोग नहीं करें।

चरण 4. फास्फोरस उर्वरक दर की गणना

फास्फोरस प्रबंधन का मुख्य उददेश्य फास्फोरस की कमी को रोकना है, न कि फास्फोरस की कमी के लक्षणों का उपचार करना। यदि मृदा से कम फास्फोरस की आपूर्ति ही उपज लक्ष्य प्राप्त नहीं होने का कारण है, तो फस्फोरस प्रबंधन में मृदा में पर्याप्त फास्फोरस स्तर के निर्माण तथा अनुरक्षण पर ध्यान केन्द्रित करें,, तांकि फास्फोरस आपूर्ति के कारण फसल वृद्धि एवं नाइट्रोजन उपयोग दक्षता सीमित नहीं हो।

सारणी 9. बड़ी बाली प्रकार (बाली भार प्रकार का धान) के लिए विभाजित नाइट्रोजन उर्वरक का सुझाव।

शून्य नाइट्रोजन क्यारी के ऊपर संभावी उपज वृद्धि →		1 टन/है0	2 टन/है0	3 टन/है0	4 टन/है0
वृद्धि प्रावस्था	पत्ती का रंग*	कुल उर्वरक दर (कि.ग्रा. प्रति है0)			
रोपाई से 14 दिन बुवाई से 21 दिन बाद तक		25	30	40	50
कल्ले निकलना	पीला–हरा	–	35	45	–
	मध्यवर्ती	–	25	35	35
	हरा	–	–	25	25
बालियों का सृजन	पीला–हरा	45	45	45	60
	मध्यवर्ती	35	35	35	45
	हरा	25	25	25	35
फूल आने का प्रारंभ		–	–	25**	25**

*समतुल्य पत्ती रंग पट्टिका मान हेतु परिशिष्ट में पृष्ठ A-6 पर आलेख देखें।
**समतुल्य पत्ती रंग पट्टिका मान चाहे जो भी हो, नाईट्रोजन डालें।

तंत्र से फास्फोरस आसानी से नष्ट नहीं होता है लेकिन सिंचाई जल एवं पुआल जैसे सामान्य स्रोतों से आगत कम होता है। फास्फोरस उर्वरक के अनुप्रयोग का अवशिष्ट प्रभाव रहता है जो कि कई वर्षो में समाप्त होता है। मृदा फास्फोरस की आपूर्ति के अनुरक्षण हेतु सभी स्रोतों से फास्फोरस की आगत पर विचार करते हुए स्थान–विशिष्ट दशा के अनुकूल दीर्घ–कालीन रणनीति तैयार की जाती है।

समगतिशील फास्फोरस प्रबंधन के लिए मृदा फास्फोरस के भण्डार का पुनर्नवीकरण अपेक्षित है, विशेषतः दो अथवा तीन फसली उच्च उपज वाली धान की फसल पद्धति में, जहाँ फास्फोरस अनुप्रयोग से उपज में वृद्धि की संभावना नहीं है।

साधारण नियमः जहाँ मृदा फास्फोरस की आपूर्ति कम है प्रति टन अनाज उपज लक्ष्य की वृद्धि (लक्ष्य उपज तथा शून्य P क्यारी की उपज में अंतर) हेतु 20 किग्रा फास्फोरस (P_2O_5) अनुप्रयोग करें। उर्वरक फास्फोरस की अनुरक्षण दर सारणी 10 में दी गई है जो दाने तथा पुआल द्वारा निष्कासित फास्फोरस के पुनर्नवीकरण हेतु तैयार की गई है, इस संकल्पना के साथ कि फसल अवशेष की वापसी कम अथवा मध्यम है। निम्न आधार पर फास्फोरस उर्वरक दरों को देखें।

1. उपज लक्ष्य (चरण 1) तथा
2. मृदा फास्फोरस की आपूर्ति का निर्धारण शून्य फास्फोरस वंचित क्यारी से प्राप्त उपज द्वारा किया जाता है (चरण 2)।

सिद्धान्ततः यदि उपज में वृद्धि की आशा न हो (अर्थात उपज लक्ष्य=पोषक तत्व वंचित क्यारी में उपज)। फास्फोरस उर्वरक अनुप्रयोग करने की आवश्यकता नहीं होती है। इस शून्य–फास्फोरस उर्वरक की रणनीति से मृदा से फास्फोरस भंडार का खनन होता है जिससे मध्यम से लम्बे समयान्तराल में उपज प्रभावित होती है, विशेषतः यदि अन्य पोषक स्रोत जैसे पुआल अथवा खाद का उपयोग नहीं किया जाता हो।

टिप्पणी :

✍ सारणी 10 में कम उपज लक्ष्य (टन प्रति हेक्टेअर) का चयन करें यदि शून्य फास्फोरस क्यारी से प्राप्त उपज की तुलना में 3 टन प्रति/हेक्टेअर से अधिक उपज में वृद्धि अपेक्षित हों। इतना अधिक उपज में वृद्धि का लक्ष्य प्राप्त करने के लिए सर्वप्रथम कई मौसम में मृदा उर्वरता का निर्माण करना होगा।

✍ मृदा फास्फोरस भंडार के खनन को रोकने के लिए निम्न साधारण नियमों का पालन कर सकते हैं।

सारणी 10. उपज लक्ष्य तथा शून्य P क्यारी में फास्फोरस सीमित उपज के अनुसार अनुरक्षण उर्वरक P_2O_5 दरें।

उपज लक्ष्य (टन प्रति हेक्टेअर) →	4	5	6	7	8
शून्य–P क्यारी में उपज (टन प्रति हेक्टेअर) ↓	उर्वरक P_2O_5 की दर (कि.ग्रा. प्रति हेक्टेअर)				
3	20	40	60	▸	▸
4	15	25	40	60	▸
5	0	20	30	40	60
6	0	0	25	35	5
7	0	0	0	30	40
8	0	0	0	0	35

▸ अवास्तविक उपज लक्ष्य को इंगित करता है।

- यदि पुआल की अधिकांश मात्रा खेत में ही रहती हो (जैसे मशीन द्वारा कटाई अथवा केवल बालियों की कटाई) तथा खाद के अनुप्रयोग से कम मात्रा में पोषक तत्व प्राप्त हो तो एक टन अनाज के लिए कम से कम 4 किग्रा फास्फोरस (P_2O_5) प्रति हेक्टेअर अनुप्रयोग करें (जैसे 5 टन प्रति हेक्टेअर उपज के लिए 20 किग्रा फोस्फोरस) तांकि दानों द्वारा निष्कासित फास्फोरस का पुनर्नवीकरण हो सके।
- यदि खेत से अधिकांश पुआल हटा दिया जाता है और अन्य स्रोत (खाद, पानी, तलछट) द्वारा पोषक तत्व की आपूर्ति कम है, तो प्रति टन दानों के उपज के लिए कम से कम 6 किग्रा फास्फोरस (P_2O_5) प्रति हेक्टेअर (उदाहरणार्थ 5 टन प्रति हेक्टेअर उपज के लिए 30 किग्रा P_2O_5) की मात्रा अनुप्रयोग करें तांकि दानों एवं पुआल के द्वारा निष्कासित फास्फोरस का पुनर्नवीकरण हो सके।

- फास्फोरस उर्वरक के अनुरक्षण दर (सारणी 10) को कम किया जा सकता है, यदि

    - मृदा में जैव–सुधारकों जैसे अहाता खाद (सारणी 13 देखें) का अनुप्रयोग किया जाता हो। जैवांश मृदा फास्फोरस भंडार के निर्माण एवं अनुरक्षण में उल्लेखनीय योगदान देते हैं, जो उसमें पोषक तत्वों की सांद्रता एवं अनुप्रयोग की मात्रा पर निर्भर करता है। पोषक तत्व वंचित क्यारियों में जैव सुधारकों का अनुप्रयोग करें ताकि मृदा तथा अनुप्रयोग किए गये जैवांश की सामूहिक पोषक तत्व आपूर्ति क्षमता का आकलन किया जा सके।

    - मृदा के समय–समय पर जलमग्न होने से तलछट द्वारा उल्लेखनीय मात्रा में पोषक तत्व प्राप्त होता हो (उदाहरणार्थ, वियतनाम में मेंकांग डेल्टा)।

- धान अथवा गेंहूॅ में अनुप्रयोग किये गये फास्फोरस का अवशिष्ट प्रभाव अगली फसल पर पड़ता है, लेकिन प्रत्येक फसल में सीधे अनुप्रयोग करने की दक्षता अधिक होती है। फास्फोरस उर्वरक को बुवाई या रोपाई से पहले मृदा में अच्छी तरह से मिलाना चाहिए।

- यदि शून्य फास्फोरस क्यारी से उचित फसल प्रबंधन, अन्य पोषक तत्वों के पर्याप्त मात्रा में आपूर्ति एवं अनुकूल दशा में प्राप्त उपज, उपज लक्ष्य से अधिक है तो ऐसी दशा में फास्फोरस उर्वरक के अनुप्रयोग की संस्तुति नहीं की जाती है।

- यह आवश्यक है कि 8-10 फसल चक्र के बाद, मृदा में फास्फोरस की आपूर्ति का पुनः निर्धारण किया जाये।

चरण 5. पोटाश उर्वरक दर की गणना

पोटाश प्रबंधन की सामान्य रणनीति के अन्तर्गत वही सिद्धान्त अपनाया जाता है जो फास्फोरस के लिए (चरण 4), लेकिन धान की फसल में फास्फोरस की तुलना में पोटाश उद्ग्रहण की मात्रा बहूत अधिक होती है (सारणी 1)। धान के द्वारा उद्ग्रहण की गई कुल पोटाश की मात्रा का कटाई के बाद 80% से अधिक पुआल में होता है। इसलिए पोटाश उर्वरक की आवश्यकता की गणना (सारणी 11) करते समय पुआल को एक महत्वपूर्ण आगत स्रोत के रूप में मान्यता दिया जाता है।

साधारण नियमः जहॉं मृदा पोटाश की आपूर्ति कम है वहॉं दाने की उपज लक्ष्य में प्रति टन वृद्धि (उपज लक्ष्य तथा शून्य K क्यारी में प्राप्त उपज का अन्तर) के लिए 30 किग्रा K_2O उर्वरक का अनुप्रयोग करें।

सारणी 12 में दी गई पोटाश उर्वरक की अनुरक्षण दरें तथा दाने के द्वारा उद्ग्रहण किये गये पोटाश की मात्रा का पुनर्नवीकरण तथा पिछली फसल के पुआल द्वारा खेत में वापस की गई मात्रा के आधार पर निर्धारित की गई है।

सारणी 12 में पोटाश K_2O उर्वरक दर की अपेक्षित मात्रा को निम्न आधार पर देखें

- उपज लक्ष्य (चरण 1),
- मृदा पोटाश की आपूर्ति का आकलन जो पोटाश वंचित (शून्य पोटाश) क्यारी से प्राप्त उपज के आधार पर किया गया है (चरण 2) तथा
- पिछले मौसम में पुआल की उपज से प्राप्त पोटाश के पुनःचक्रण की मात्रा एवं पुआल प्रबंधन स्तर (सारणी 11)।

सारणी 11. पिछले मौसम में उपज एवं पुआल प्रबन्धन विधि के अनुसार पुनःचक्रित पुआल के साथ पोटाश की आगत ।

पुआल प्रबन्धन	**पिछला मौसम**	
	न्यून उपज का मौसम 4-5 टन प्रति हेक्टेअर	उच्च उपज का मौसम 6-8 टन प्रति हेक्टेअर
भू–पृष्ठ से कटाई एवं पूर्ण रूप से पुआल को हटाना, ठूॅठ के रूप में 10: से कम पुआल बचता है: भारत, नेपाल, बांग्लादेश, उत्तरी वियतनाम	पुआल से पोटाश की आगतः न्यून (0-1 टन पुनः चक्रित पुआल)	पुआल से पोटाश की आगतः न्यून 0-1 टन पुनः चक्रित पुआल)
नीची कटाई पूरे खेत में छोटे ठूॅठ (25-30 सेमी), : जलाते नहीं फिलिपिन्स	पुआल से पोटाश की आगतः मध्यम (2-3 टन पुनः चक्रित पुआल)	पुआल से पोटाश की आगतः मध्यम से उच्च (3-5 टन पुनः चक्रित पुआल)
ऊॅची कटाई पूरे खेत में ऊॅचे ठूॅठ (30 सेमी से अधिक), जलाते नही : फिलिपिन्स, इण्डोनेशिया	पुआल से पोटाश की आगतः मध्यम से उच्च (3-4 टन पुनः चक्रित पुआल)	पुआल से पोटाश की आगतः उच्च (5-7 टन पुनः चक्रित पुआल)
मशीन द्वारा ऊॅची कटाई खेत में बडे ठूॅठ एवं कतार में मड़ाई से प्राप्त पुआलः थाईलैण्ड, दक्षिणी वियतनाम, उत्तरी भारतकिन्तु जलाने से	पुआल से पोटाश की आगतः उच्च (4-5 टन पुनः चक्रित पुआल, किन्तु जलाने से (P) से 20-25% P एवं K की क्षति (P) तथा K का निक्षालन	पुआल से पोटाश की आगतः उच्च (6-8 टन पुनः चक्रित पुआल, किन्तु जलाने से से 20-25% P एवं K की क्षति तथा K का निक्षालन

मृदा पोटाश भंडार के उल्लेखनीय खनन, मध्यम से दीर्घकाल में उपज को प्रभावित कर सकता है, विशेषतः यदि अधिकांश पुआल निष्कासित कर दिया जाता है। कम से कम, दाने एवं पुआल द्वारा निष्कासित पोटाश की मात्रा के पुनर्नवीकरण हेतु पर्याप्त मात्रा में पोटाश का अनुप्रयोग करना चाहिए।

टिप्पणीः

✍ सारणी 12 में दी गई अनुरक्षण पोटाश उर्वरक दरें कम कर सकते हैं, यदिः

- ▸▸ मृदा में जैव–सुधारकों जैसे अहाता खाद (सारणी 13 में जैव पदार्थो में पोटाश की सामान्य मात्रा देखें) का अनुप्रयोग होता हो। मृदा पोटाश भंडार के निर्माण एवं अनुरक्षण में जैवांश पदार्थ का सार्थक योगदान उसकी मात्रा एवं उसमें पोषक तत्वों की सांद्रता पर निर्भर करता है। पोषक तत्व वंचित क्यारियों में जैवांश पदार्थो का अनुप्रयोग करें जिससे मृदा तथा जैवांश पदार्थो की संयुक्त पोषक तत्व आपूर्ति क्षमता का आकलन किया जा सकें अथवा
- ▸▸ मृदा का समय–समय पर जलमग्न होने से तलछट के द्वारा पोषक तत्व की उल्लेखनीय मात्रा प्राप्त होती हो (उदाहरणार्थ, वियतनाम में मेकांग डेल्टा)।

✍ सारणी 12 में कम उपज लक्ष्य (टन प्रति हेक्टेअर) का चयन करें, जहॉं पोटाश वंचित (शून्य K) क्यारी के ऊपर 3 टन प्रति हेक्टेअर से अधिक उपज में वृद्धि वांछित हो। इससे अधिक उपज में वृद्धि के लक्ष्य हेतु दीर्घ समयावधि में मृदा उर्वरता के निर्माण की आवश्यकता होती है।

सारणी 12. उपज लक्ष्य तथा शून्य– पोटैशियम क्यारी में पोटाश सीमित उपज के अनुसार अनुरक्षण उर्वरक K_2O की दरें।

उपज लक्ष्य (टन प्रति हे0) →		4	5	6	7	8
धान के पुआल की आगत	शून्य–पोटाश क्यारी में उपज (टन प्रति हे0) ↓	उर्वरक K_2O की दर (किग्रा प्रति हे0)				
न्यून	3	45	75	105	▸	▸
(< 1 टन प्रति हे0)	4	30	60	90	120	▸
5		45	75	105	135	
6			60	90	120	
7				75	105	
8					90	
मध्यम	3	30	60	90	▸	▸
(2-3 टन प्रति हे0)	4	0	35	65	95	▸
	5		20	50	80	110
	6			35	65	95
	7				50	80
	8					65
उच्च	3	30	60	90	▸	▸
(4-5 टन प्रति हे0)	4	0	30	60	90	▸
	5		0	30	60	90
	6			10	35	70
	7				25	55
	8					40

▸ *अवास्तविक उपज लक्ष्य को इंगित करता है।*

✍ वैकल्पिक रूप में निम्नलिखित साधारण नियमों पर विचार करें

- ▶▶ यदि पुआल की अधिकांश मात्रा खेत में ही छोड़ दें (जैसे मशीन द्वारा कटाई) तथा खाद के द्वारा कम मात्रा में पोषक तत्वों की आपूर्ति हो तो दानों द्वारा निष्कासित पोटाश के पुनर्नवीकरण हेतु कम से कम 3.5 किग्रा K_2O प्रति हेक्टेअर प्रति टन दाने की उपज की दर से अनुप्रयोग करें (उदाहरणार्थ 17.5 किग्रा K_2O, प्रति हेक्टेअर 5 टन प्रति हेक्टेअर उपज के लिए)।
- ▶▶ यदि अधिकांश पुआल को खेत से निष्कासित कर दिया जाता है तथा अन्य स्रोत (खाद, जल, तलछट) से पोषक तत्व आगत कम मात्रा में होता है, तो पुआल और दानों द्वारा निष्कासित पोटाश की मात्रा के पुनर्नवीकरण हेतु कम से कम 12 किग्रा K_2O प्रति हेक्टेअर प्रति टन दाने की उपज की दर से अनुप्रयोग करें (उदाहरणार्थ, 5 टन प्रति हेक्टेअर उपज के लिए 60 किग्रा K_2O)।

✍ सिद्धान्तः कम समयावधि में, पोटाश उर्वरक के अनुप्रयोग करने की आवश्यकता नहीं होती है, यदि चयनित उपज लक्ष्य की प्राप्ति हेतु उपज अनुक्रिया (उपज लक्ष्य–पोटाश रहित क्यारी में उपज) की आशा न हो। यह रणनीति मृदा पोटाश भंडार का खनन करती है तथा मध्यम तथा दीर्घ अवधि में उपज को प्रभावित कर सकती है, विशेषतः यदि अन्य पोषक स्रोत जैसे पुआल तथा खाद का अनुप्रयोग नहीं किया जाता है।

✍ रोपाई से 14 दिन अथवा बुवाई से 21 दिन बाद तक कम मात्रा में पोटाश उर्वरक का प्रारंभिक अनुप्रयोग कर सकते है। इससे अधिक मात्रा (40–120 किग्रा K_2O प्रति हेक्टेअर) का अनुप्रयोग दो

बार में (50% प्रांरभिक अनुप्रयोग तथा 50% बालियों के सृजन के समय) करना चाहिए। अधिक मात्रा (120 किग्रा K_2O प्रति हेक्टेअर से अधिक) का तीन बार में (1/3 प्रारंभिक, 1/3 बालियों के सृजन के समय तथा 1/3 बालियॉ निकलने से प्रथम फूल आने तक) अनुप्रयोग करना चाहिए।

1.9 जैव खाद, पुआल तथा हरी खाद का प्रबंधन

जहॉ तक सॅभव हो, धान की फसल के पोषक तत्वों की आवश्यकता अंशतः पूरी करने के लिए तथा दीर्घकाल तक मृदा की गुणवत्ता को बनाये रखने के लिए पोषक स्रोतों जैसेः अहाता खाद, पुआल तथा हरी खाद का उपयोग खनिज उर्वरकों के साथ करना चाहिए। पुआल ही एक मुख्य जैवांश पदार्थ है जो अधिकांशतः धान उगाने वाले कृषकों को उपलब्ध होता है। धान की फसल द्वारा उद्ग्रहण की गई मात्रा का लगभग 40% नाइट्रोजन, 30-35% फास्फोरस, 80-85% पोटाश तथा 40-50% गंधक फसल के पकने पर पुआल एवं ठूॅठ में पाया जाता है। कई क्षेत्रों में निष्कासित पोषक तत्वों को संतुलित करने के लिए पर्याप्त मात्रा में जैव खाद उपलब्ध नहीं होता है, तथा खनिज उर्वरकों की तुलना में उनसे प्राप्त पोषक तत्वों के समतुल्य मात्रा जैव खाद से प्रदान करना महंगा होता है।

विभिन्न धान–फसल पद्धतियों में जैव आगतों के विघटन प्रतिरूप में आधारभूत अंतर तथा जैवांश के महत्व की जानकारी महत्वपूर्ण है:

- *धान एवं अन्य फसल पद्धति (जैसे धान–गेहूॅ फसल चक्र) में अथवा वर्षा आधारित निचली भूमि या उॅची भूमि के धान की फसल*

पद्धति में : लम्बी वायवीय समयावधि के कारण जैवांश का सम्पूर्ण विघटन तीव्र गति से होता है, जिसके परिणाम स्वरूप, मृदा में जैवांश की मात्रा कम हो जाती है एवं ऊपरी भूमि दशा में मृदा की भौतिक गुणवत्ता पर इसका ऋणात्मक प्रभाव पड़ता है (जैसे जल धारण क्षमता, मृदा संरचना, जलनिकास, जैव सक्रियता एवं फास्फोरस उपलब्धता का कम होना)।

- *सघन धान– धान (–धान) पद्धति में:* अवशेष पदार्थो का विघटन अधिकांशतः अवायवीय जलमग्न दशा में होता है जिससे स्थाई एवं भली–भॉति संरक्षित जैवांश निर्मित होता है। मृदा की भौतिक गुणवत्ता का अनुरक्षण कठिन नहीं होता है क्योंकि भूमि की तैयारी करते समय जानबूझकर मृदा संरचना को कदेड (लेव) द्वारा नष्ट किया जाता है। जैवांश का योगदान पोषक तत्वों की आपूर्ति में प्रत्यक्ष अथवा परोक्ष प्रभाव तक सीमित हो जाता है। कभी–कभी जैवांश का फसल की वृद्धि पर ऋणात्मक प्रभाव, खनिज तत्वों की कमी (जैसे जस्ता) या खनिज तत्वों की विषाक्तता (जैसे लोहा, सल्फाइड) तथा जड़ों के क्षीण स्वास्थ्य के प्रोत्साहन के रूप में होता है।

पुआल का प्रबन्धन तथा जुताई

- पुआल एवं ठूँठ को मृदा में मिलाने पर फसल द्वारा उद्‌ग्रहण किये गये अधिकांश पोषक तत्व मृदा में वापस आ जाते है (सारणी 14 देखें) तथा दीर्घ समयावधि में मृदा पोषक तत्व भंडार को संरक्षित करने में सहायता करते है। इनका कम समय में उपज पर प्रभाव प्रायः कम होता है (पुआल को निष्कासित करने अथवा जलाने की तुलना में), लेकिन दीर्घकालीन लाभ उल्लेखनीय होता है। जहॉ खनिज उर्वरकों का अनुप्रयोग किया जाता है तथा पुआल को मृदा

में मिलाया जाता है, मृदा में नाइट्रोजन, फास्फोरस, पोटाश एवं सिलिका के भंडार अनुरक्षित रहते हैं अथवा उसमें वृद्वि होती है। जब पुआल एवं ठूँठ को जुताई के समय मिलाया जाता है तो अस्थाई तौर पर नाइट्रोजन स्थिरीकरण हो जाता है। इसलिए पुआल मिलाने के 2-3 सप्ताह बाद धान की रोपाई करना चाहिए। विकल्प के रूप में पुआल के साथ यूरिया नाइट्रोजन का अनुप्रयोग करना चाहिए।

- फसल के अवशेष को जलाने से लगभग संपूर्ण नाइट्रोजन 25 प्रतिशत फास्फोरस, अप्रत्यक्ष रूप से अंतः स्रवण द्वारा 20 प्रतिशत पोटाश तथा 5-60 प्रतिशत गंधक की क्षति होती है। जहॉ गंधक रहित उर्वरक का अनुप्रयोग करते हैं वहॉ पुआल गंधक का एक महत्वपूर्ण स्रोत होता है। अतः पुआल को जलाना उचित नहीं है। इसके विपरीत पुआल को जलाने से यह प्रभावी रूप से खनिज पोटाश पोषक तत्व स्रोत में परिवर्तित हो जाता है और इस प्रक्रिया में बहुत कम मात्रा में पोटाश की क्षति होती है। ''पोषक तत्व उष्मा स्थल'' उत्पन्न होने से बचाव के लिए खेत में पुआल को समान रूप में फैला देना चाहिए।
- पुआल के निष्कासन का दीर्घकालीन मृदा उर्वरता पर प्रभाव फास्फोरस की तुलना में पोटाश पर अधिक होता है (सारणी 1)। पुआल को फैलाना और मृदा में मिलाने का कार्य श्रम साध्य है, इसलिए कृषक जलाने की प्रक्रिया को अधिक सरल मानते है। पुआल सूक्ष्म पोषक तत्वों (जस्ता) का भी एक महत्वपूर्ण स्रोत है तथा धान में संचयी सिलिका संतुलन पर इसका अधिक महत्वपूर्ण प्रभाव होता है (खण्ड 2.6)।
- फसल अवशेष को मिलाने के लिए तथा परती समय में मृदा वातायन को बढ़ाने हेतु पहले भुष्क एवं छिछली (5-10 सेमी0

गहराई) जुताई करने से अगली धान की फसल के भाकीय वृद्वि काल में नाइट्रोजन सुलभता बढ़ जाती है। भुष्क मृदा की छिछली जुताई के लिए चार पहियॉ ट्रैक्टर की आवश्यकता होती है तथा इसे फसल की कटाई के 2-3 सप्ताह बाद तक करना चाहिए जहॉ फसल पद्वति में दो फसलों के बीच शुष्क–नम परती अवधि कम से कम 30 दिन हो। हालॉकि, आर्थिक विश्लेषण में अतिरिक्त ईंधन एंव मजदूरी की लागत पर विचार करना चाहिए।

- स्थायी जलमग्न मृदा में सामयिक जल निकास एवं भुष्क अवस्था से नैसर्गिक नाइट्रोजन आपूर्ति की क्षमता में वृद्वि हाती हैं। इसका एक उदाहरण फसल मौसम के मध्य में कल्ले निकलने के अन्तिम समय (रोपाई के लगभग 35 दिन बाद) 5-7 दिन का जल निकास करना है।

अन्य जैवांश पदार्थो का प्रबन्धन

- जैव खादों के संघटन में तथा उनके मृदा उर्वरता एवं पोषक तत्वों की आपूर्ति पर प्रभाव में विभिन्नता होती है (सारणी 13)। जहॉ ये उपलब्ध हो, 2-10 टन प्रति हैक्टेअर (अथवा अधिक) की दर से अहाता खाद अथवा अन्य उपलब्ध जैवांश पदार्थ (फसल अवशेष, कम्पोस्ट) का अनुप्रयोग उन मृदाओं में करें जिनमें जैवाशं कम मात्रा में हो, विशेषतः वर्षा आधारित धान की निचली भूमि और सघन सिंचित धान पद्वति में, जहॉ धान का चक्रण अन्य ऊँची भूमि वाली फसलों जैसे गेहूँ या मक्का के साथ किया जाता है। फसल की बुवाई अथवा रोपाई से ठीक पहले अधिक मात्रा में जैवांश पदार्थ का अनुप्रयोग नहीं करना चाहिए।
- कई हरी खाद वाली दलहनें जैसे तीव्र वृद्वि एवं कम अवधि वाली तने में गॉठ बनाने वाली ढ़ैंचा (सेस्बेनिया रोस्ट्रेटा) भीघ्रता से

सारणी 13. जैवांश पदार्थो में पोषक तत्वों की सामान्य मात्रा।

जैवांश पदार्थ*	जल %	C	N	P	K	Ca
			(ताजा पदार्थ का %)			
मानव मल			1.0	0.2	0.3	
पशु मल			0.3	0.1	0.1	
सूअर मल			0.5	0.2	0.4	
पशुओं से प्राप्त ताजी खाद	60	8-10	0.4-0.6	0.1-0.2	0.4-0.6	0.2-0.4
कम्पोस्ट पशु खाद	35	30-35	1-5	1-2	2-1	2-0
सुअर की खाद	80	5-10	0-7-1-0	0-2-0-3	0-5-0-7	1-2
मुर्गीखाने की खाद	55	15	1-4-1-6	0-5-0-8	0-7-0-8	2-3
कूड़ा–करकट से प्राप्त कम्पोस्ट	40	16	0-6	0-2	0-3	1-1
वाहित मलमूत्र	50	17	1-6	0-8	0-2	1-6
गन्ने का प्रेसमड	75-80	8	0-3	0-2	0-1	0-5
अरंडी की खली	10	45	4-5	0-7	1-1	1-8

* कि.ग्रा. पोषक तत्व प्रति टन ताजी खाद = % पोषक तत्व की मात्रा × 10

नाइट्रोजन एकत्र कर सकता है (45-60 दिन की वृद्वि में 80-100 किग्रा नाइट्रोजन प्रति हैक्टेअर)। नाइट्रोजन का अधिकांश भाग (लगभग 80 प्रतिशत) जैविक नाइट्रोजन स्थिरीकरण से प्राप्त होता है। हरी खाद को जब मृदा में मिलाते हैं तो उसका विघटन तीव्र गति से होता है और नाइट्रोजन उर्वरक के अनुप्रयोग का एक विकल्प प्रस्तुत करता है। विशेषतः भााकीय वृद्वि के समय अतिरिक्त नाइट्रोजन उर्वरक के अनुप्रयोग की आवश्यकता निर्धारित करने के लिए पत्ती रंग पट्टिका का उपयोग करें। हरी खाद मृदा के

भौतिक गुणों में सुधार कर सकता है, लेकिन कालान्तर में मृदा के जैवांश में वृद्वि के लिए यह कम प्रभावी होता है। क्षारीय एवं लवणीय मृदाओं के सुधार में भीघ्रता लाने के लिए हरी खाद प्रभावी होता है।

- यदि मृदा नमी तथा प्रक्षेत्र की आर्थिक स्थिति अनुमति दे तो धान–अन्य फसल के पद्धति में परती के समय में समयापयोगी फसल (दलहन, अन्य हरी खाद, प्रबन्धित खरपतवार) उगाएँ जिससे नाइट्रोजन का संरक्षण हो सके, अतिरिक्त जैवांश का उत्पादन हो तथा अतिरिक्त आय (दलहन) प्राप्त हो।

1.10 व्यापक प्रसार हेतु रणनीतियों का मूल्यांकन

प्रत्येक नई विकसित पोषक तत्व प्रबन्धन रणनीति को कृषक के खेतों में स्थापित 500-1000 वर्ग मीटर की क्यारियों में मूल्याकंन करें। यदि उपज में प्रत्येक कारक के योगदान को प्रदर्शित करने (जैसे एक प्रदर्शन क्यारी में, उन्नत बीज गुणवत्ता के प्रभाव को प्रदर्शित करने के लिए एवं दूसरी क्यारी में उन्नत बीज गुणवत्ता एवं उन्नत पोषक तत्व प्रबन्धन के लिए) एक से अधिक कारक का परिवर्तन किया गया हो, तो दो प्रदर्शन क्यारियों पर विचार करें।

- अनाज की उपज का आकलन एवं उर्वरक उपयोग का अनुश्रवण करें।
- व्यापक स्तर पर प्रसार से पहले कृषक सहभागिता से प्रक्षेत्र मूल्यांकन एवं सकल सीमांत विश्लेषण से प्राप्त परिणामों के आधार पर संस्तुतियों को परिष्कृत करें। क्रियान्वयन के समय पोषक तत्वों के अतिरिक्त अन्य प्रतिबंधों का भी पहचान कर लें।

- किसानों एवं प्रसार कर्मियों के लिए प्रसार सामग्री जैसे पोस्टर अथवा एक पृष्ठ आलेख विकसित करें जिसमें मौसम विशेष में पोषक तत्वों एवं फसल प्रबन्धन (जैसे प्रजाति, रोपाई के लिए पौधों की अवस्था, पौध घनत्व, भूमि समतल करना, नाइट्रोजन, फास्फोरस, पोटाश उर्वरकों की संस्तुति, पत्ती रंग पटि्टका का उपयोग इत्यादि) के "स्वर्णिम नियम" दिये हो।

यदि उपज लक्ष्य प्राप्त नहीं होता है तो क्या करें ?

- यदि उपज लक्ष्य प्राप्त नहीं होता है (वास्तविक उपज लक्ष्य के 80% से कम हो) तो अन्य प्रतिबंधों के निवारण का प्रयास करें। स्थान–विशिष्ठ पोषक तत्व प्रबन्धन द्वारा उपज में वृद्वि उन प्रक्षेत्रों पर भी सिद्ध हुई है जहॉ सामान्य फसल प्रबन्धन समस्या (जल, खरपतवार इत्यादि) के कारण पोषक तत्व उपयोग दक्षता बहुत कम हो। उन दशाओं में उपज लक्ष्य को कम करके एवं पोषक तत्व दक्षता बढ़ाने हेतु आगतों को कम करने से वास्तविक उपज एवं लाभ में और कमी हो सकती है। उपज एवं लाभ में वृद्वि के लिए अन्य प्रतिबंध को सर्वप्रथम पहचानना एवं उनका निराकरण करना चाहिए।

- उपज लक्ष्य को कम करने (एवं लागत को कम करने) की संस्तुति की जाती है, यदि पोषक तत्वों (अधिकांशतः नाइट्रोजन) आगतों की वर्तमान उच्च स्तर के कारण नाशी जीव प्रकोप अथवा गिरने से फसल के नष्ट होने की संभावना अधिक है।

1.11 महत्वपूर्ण संख्यायें

इस खण्ड में अनाज एवं पुआल द्वारा एवं निष्कासित औसत पोषक तत्वों की गणना हेतु महत्वपूर्ण संख्यायें दी गई हैं (सारणी 14)। पोषक तत्वों के लिए परिवर्तन गुणांक भी दिये गये हैं (सारणी 15)।

सारणी 14. आधुनिक सिंचित धान की प्रजातियों द्वारा पोषक तत्वों का औसत निष्कासन तथा दाने एवं पुआल में खनिज तत्वों की सांद्रता।

नाइट्रोजन	फास्फोरस	पोटैशियम	जस्ता	गंधक	सिलिकान
दाना पुआल द्वारा कुल पोषक तत्वों का निष्कासन (किग्रा प्रति टन अनाज की उपज)					
17.5	3.0	17.0	0.05	1.8	80
दाना के द्वारा कुल पोषक तत्वों का निष्कासन (किग्रा पोषक तत्व अनाज में प्रति टन अनाज की उपज)					
10.5	2.0	2.5	0.02	1.0	15
पुआल द्वारा कुल पोषक तत्वों का निष्कासन किग्रा पोषक तत्व पुआल में प्रति टन अनाज की उपज)					
7.0	1.0	14.5	0.03	0.8	65
अनाज में खनिज की मात्रा (प्रतिशत)					
1.10	0.20	0.29	0.002	0.100	2.0
पुआल में खनिज की मात्रा (प्रतिशत)					
0.65	0.10	1.40	0.003	0.075	5.5

मैग्नीशियम	कैल्शियम	लोहा	मैंगनीज	तॉबा	बोरान
अनाज, पुआल द्वारा कुल पोषक तत्वों का निष्कासन (किग्रा प्रति टन अनाज की उपज)					
3.5	4.0	0.50	0.50	0.012	0.015
अनाज द्वारा कुल पोषक तत्वों का निष्कासन (किग्रा पोषक तत्व अनाज में प्रति टन अनाज की उपज)					
1.5	0.5	0.20	0.05	0.009	0.005
पुआल द्वारा कुल पोषक तत्वों का निष्कासन (किग्रा पोषक तत्व पुआल में प्रति टन अनाज की उपज)					
2.0	3.5	0.30	0.45	0.003	0.010
अनाज में खनिज की मात्रा (प्रतिशत)					
0.15	0.05	0.025	0.005	0.0010	0.005
पुआल में खनिज की मात्रा (प्रतिशत)					
0.20	0.30	0.035	0.045	0.0003	0.0010

सारणी 15. पोषक तत्वों के लिए परिवर्तन गुणांक।

से	गुणांक	प्राप्त करने हेतु / से	गुणांक	प्राप्त करने हेतु
नाइट्रेट	0.226	नाइट्रोजन (N)	4.426	नाइट्रेट
अमोनिया	0.823	नाइट्रोजन (N)	1.216	अमोनिया
अमोनियम	0.777	नाइट्रोजन (N)	1.288	अमोनियम
यूरिया	0.467	नाइट्रोजन (N)	2.143	यूरिया
अमोनियम सल्फेट	0.212	नाइट्रोजन (N)	4.716	अमोनियम सल्फेट
अमोनियम नाइट्रेट	0.350	नाइट्रोजन (N)	2.857	अमोनियम नाइट्रेट
फास्फोरस पेंटाआक्साइड	0.436	फास्फोरस (N)	2.292	फास्फोरस पेंटाआक्साइड
ट्राईकैल्शियम फास्फेट	0.458	फास्फोरस पेटा आक्साइड (P_2O_5)	2.185	ट्राईकैल्शियम फास्फेट
पोटैशियम आक्साइड	0.830	पोटैशियम (K)	1.205	पोटैशियम आक्साइड
पोटैशियम क्लोराईड	0.632	पोटैशियम आक्साइड (K_2O)	1.583	पोटैशियम क्लोराईड
पोटैशियम क्लोराईड	0.524	पोटैशियम (K)	1.907	पोटैशियम क्लोराईड
जिंक सल्फेटः एक जल अणु	0.364	जिंक (Zn)	2.745	जिंक सल्फेट एक जल अणु
जिंक सल्फेटः सात जल अणु	0.227	जिंक (Zn)	4.398	जिंक सल्फेट सात जल अणु
सल्फर डाई आक्साइड	0.500	सल्फर (S)	1.998	सल्फर डाई आक्साइड
सल्फेट	0.334	सल्फर (S)	2.996	सल्फेट
मैग्नीशियम सल्फेट एक जल अणु	0.232	सल्फर (S)	2.996	मैग्नीशियम सल्फेटः एक जल अणु

से	गुणांक	प्राप्त करने हेतु / से	गुणांक	प्राप्त करने हेतु
मैग्नीशियम सल्फेट सात जल अणु	0.130	सल्फर (S)	7.688	मैग्नीशियम सल्फेटः सात जल अणु
मैग्नीशियम सल्फेट	0.266	सल्फर (S)	3.754	मैग्नीशियम सल्फेट
अमोनियम सल्फेट	0.243	सल्फर (S)	4.121	अमोनियम सल्फेट
सिलिका आक्साइड	0.468	सिलिकान (Si)	2.139	सिलिका आक्साइड
कैल्शियम सिलिकेट	0.242	सिलिकान (Si)	4.135	कैल्शियम सिलिकेट
मैग्नीशियम सिलिकेट	0.280	सिलिकान (Si)	3.574	मैग्नीशियम सिलिकेट
मैग्नीशियम आक्साइड	0.603	मैग्नीशियम (Mg)	1.658	मैग्नीशियम आक्साइड
मैग्नीशियम आक्साइड	2.987	मैग्नीशियम सल्फेट ($Mg\ SO_4$)	0.355	मैग्नीशियम आक्साइड
मैग्नीशियम आक्साइड	3.434	मैग्नीशियम सल्फेटः एक जल अणु ($Mg\ SO_4.\ H_2O$)	0.291	मैग्नीशियम आक्साइड
मैग्नीशियम आक्साइड	6.116	मैग्नीशियम सल्फेटः सात जल अणु ($Mg\ SO_4.7\ H_2O$)	0.164	मैग्नीशियम आक्साइड
मैग्नीशियम आक्साइड	2.092	मैग्नीशियम कार्बोनेट ($Mg\ CO_3$)	0.478	मैग्नीशियम आक्साइड
कैल्शियम आक्साइड	0.715	कैल्शियम (Ca)	1.399	कैल्शियम आक्साइड
कैल्शियम कार्बोनेट	0.560	कैल्शियम आक्साइड (CaO)	1.785	कैल्शियम कार्बोनेट
कैल्शियम क्लोराइड	0.358	कैल्शियम (Ca)	2.794	कैल्शियम क्लोराइड
कैल्शियम सल्फेट	0.294	कैल्शियम (Ca)	3.397	कैल्शियम सल्फेट
ट्राई कैल्शियम फास्फेट	0.388	कैल्शियम (Ca)	2.580	ट्राई कैल्शियम फास्फेट

से	गुणांक	प्राप्त करने हेतु/से	गुणांक	प्राप्त करने हेतु
फेरस सल्फेट	0.368	फेरस (Fe)	2.720	फेरस सल्फेट
मैंगनीज सल्फेट	0.364	मैंगनीज (Mn)	2.748	मैंगनीज सल्फेट
मैंगनीज क्लोराइड	0.437	मैंगनीज (Mn)	2.090	मैंगनीज क्लोराइड
मैंगनीज कार्बोनेट	0.478	मैंगनीज (Mn)	2.092	मैंगनीज कार्बोनेट
मैंगनीज डाईआक्साइड	0.632	मैंगनीज (Mn)	1.582	मैंगनीज डाईआक्साइड
कापर सल्फेटः एक जल अणु	0.358	कापर (Cu)	2.795	कापर सल्फेटः एक जल अणु
कापर सल्फेटः पॉच जल अणु	0.255	कापर (Cu)	3.939	कापर सल्फेटः पॉच जल अणु
सोडियम टेट्राबोरेट पॉच जल अणु	0.138	बोरान (B)	7.246	सोडियम टेट्राबोरेट पॉच जल अणु
सोडियम टेट्राबोरेट सात जल अणु	0.123	बोरान (B)	8.130	सोडियम टेट्राबोरेटा सात जल अणु

2. खनिज पोषकों की कमी तथा विषाक्तता

टी0 फेयरहर्स्ट [1], ए0 डोबरमैन [2], सी0 क्विजानो–ग्वेरटो [2] एवं वी0 बालासुब्रमनियन [2]

2.1 नाइट्रोजन की कमी

नाइट्रोजन के कार्य एवं सचलता

नाइट्रोजन शीघ्र वृद्दि प्रोत्साहित करता है तथा पत्ती का आकार एवं प्रति बाली दानों की संख्या को बढ़ाता है। नाइट्रोजन उपज के सभी निर्धारक कारक को प्रभावित करता है। पत्ती का रंग जो फसल में नाइट्रोजन स्तर का सूचक है, पत्ती में प्रकाश संश्लेषण एवं फसल उत्पादन से घनिष्ठतः संबंधित है। जब फसल में पर्याप्त नाइट्रोजन अनुप्रयोग किया जाता है तब दूसरे पोषक तत्व जैसे फास्फोरस एवं पोटेशियम की मॉग बढ़ जाती है।

नाइट्रोजन की कमी के लक्षण एवं वृद्दि पर प्रभाव

पौधों में बौनापन, पीलापन, पुरानी पत्तियाँ अथवा पूरे पौधा पीला–हरा हो जाता है (परिशिष्ट A-7, A-10, A-13)

नाइट्रोजन की कमी के कारण

- मृदा की न्यून नाइट्रोजन आपूर्ति क्षमता।
- उर्वरक नाइट्रोजन की अपर्याप्त मात्रा का अनुप्रयोग।
- कम नाइट्रोजन उपयोग दक्षता (वाष्पीकरण,विनइट्रीकरण, अनुपयुक्त समय, निछालन अथवा बहाव द्वारा क्षति)।

---

1 सी.टी.पी. होल्डींगज प्रा. लि., सिंगापुर

2 आई.आर.आर.आई., लोस बेनोस, फिलीपिन्स

सामान्यतः मृदा की नाइट्रोजन आपूर्ति आधुनिक प्रजातियों के उच्च उपज का पोषण नहीं कर पाती जिसके कारण धान के उत्पादन वाले सभी प्रमुख क्षेत्रों में नाइट्रोजन की कमी पायी जाती है। सभी निचली भूमि के मृदाओं में नाइट्रोजन उर्वरक का धान के उपज पर सार्थक प्रभाव प्राप्त होता है।

नाइट्रोजन की कमी की आवृति

- मृदा में बहुत कम जैवांश की मात्रा (उदाहरण, 0.5 प्रतिशत से कम जैव कार्बन, मोटे गठन की अम्लीय मृदाऐं)।
- मृदा में नैसर्गिक नाइट्रोजन आपूर्ति की न्यून मात्रा (उदाहरण, अम्लीय–सल्फेट मृदा, लवणीय मृदा, फास्फोरस अभावग्रस्त मृदा, खराब निकास की जलमग्न मृदा)
- क्षारीय एवं चूनायुक्त मृदा जिनमें जैवांश की कम मात्रा हो।

जलमग्नता का नाइट्रोजन के सुलभता एवं उद्ग्रहण पर प्रभाव

यदि जलमग्नता के पश्चात् मृदा में यूरिया मिलाया जाता है तो अमोनियम आयन मृदा कलिलों पर अधिशोषित हो जाता है, सूक्ष्म जीवों द्वारा अस्थाई तौर पर स्थिरीकृत हो जाता है अथवा मृदा जैवांश के संघटकों जैसे, फिनाल यौगिकों के साथ अजैविक रूप में बंधित हो जाता है। नाइट्रोजन की अंतःस्रवण द्वारा क्षति, मोटे गठन की मृदाओं को छोड़कर, बहुत कम होती है।

खड़ी फसल में बिखेरा हुआ यूरिया भीघ्र (2 से 4 दिनों में) जल अपघटित हो जाता है तथा वाष्पीकरण द्वारा क्षति के लिए संवेदनशील होता है। कल्ले निकलने के मध्यावस्था के पश्चात् सघन मूल प्रणाली अनेक अनावश्यक मूलों सहित निर्मित हो

जाती है, जिससे खेत में भरे जल में बिखरे हुए नाइट्रोजन उर्वरक का पादप उद्ग्रहण दर अधिक होता है (लगभग 10 किग्रा/हे0 प्रतिदिन) तथा अमोनिया वाष्पीकरण से क्षति कम होती है।

सामान्य नाइट्रोजन प्रबन्धन

नाइट्रोजन की कमी का उपचार आसान है तथा नाइट्रोजन उर्वरक की अनुक्रिया भीघ्र होती है। दो–तीन दिनों में इसका प्रभाव दिखायी पड़ने लगता है (हरापन, उन्नत भााकीय वृद्धि आदि)। प्रत्येक मौसम में नाइट्रोजन दक्षता उपयुक्त रखने के लिये गतिमान मृदा आधारित एवं पादप आधारित प्रबन्धन की आवश्यकता है।

2.2 फास्फोरस की कमी

फास्फोरस के कार्य एवं सचलता

पौधे में फास्फोरस की आवश्यकता ऊर्जा संग्रह एवं स्थानान्तरण में होती है। फास्फोरस पौधे में सचल होता है तथा कल्लों के निर्माण, मूल के विकास, भीघ्र पुष्पीकरण तथा परिपक्वन को प्रोत्साहित करता है। पौधे की प्रारम्भिक वृद्धि अवस्था में इसकी विशेष आवश्यकता होती है।

फास्फोरस की कमी के लक्षण एंव वृद्धि पर प्रभाव

बौने, गहरे हरे पौधे जिनकी पत्तियाँ खड़ी हो तथा कल्ले कम हो (परिशिष्ट A-10, A-15)।

मृदा में कमी

निचली भूमि के खेतों की ऐसी मृदाएं जिनमें चूने की मात्रा नगण्य हो, ओल्सन -P या ब्रे-1 P परीक्षण के परिणामों को निम्न प्रकार वर्गीकृत कर सकते है।

फास्फोरस की अनुक्रिया	*ओल्सन फास्फोरस (मिलीग्राम प्रति किलो.)*	*ब्रे–1 फास्फोरस (मिलीग्राम प्रति किलो.)*
प्रबल संभव	5 से कम	7 से कम
संभव	5-10	7-20
केवल अधिक उपज पर	10 से अधिक	20 से अधिक

फास्फोरस की कमी के कारण

- मृदा की नैसर्गिक फास्फोरस आपूर्ति क्षमता कम होना।
- अपर्याप्त उर्वरक फास्फोरस का अनुप्रयोग।
- उच्च फास्फोरस स्थिरीकरण क्षमता अथवा मृदा अपरदन के कारण (केवल उच्च भूमि के क्षेत्रों में) अनुप्रयोग किये गये फास्फोरस का न्यून दक्षता।

- अपर्याप्त फास्फोरस के अनुप्रयोग के साथ नाइट्रोजन उर्वरक का अत्यधिक उपयोग।
- फास्फोरस न्यूनता एवं फास्फोरस उर्वरक अनुक्रिया के प्रति प्रजातीय अंतर।
- फसल अवस्थापन विधि (सीधे बोये गये धान जहाँ पौध घनत्व अधिक एवं मूल प्रणाली उथली हो, फास्फोरस के कमी की अधिक संभावना होती है)।

फास्फोरस की विशेष अभावग्रस्त मदाएँ

- मोटे गठन की मृदाएँ जिनमें जैवांश कम हो तथा फास्फोरस भंडार कम हो।
- चूनायुक्त, लवणीय एवं क्षारीय मृदाएँ।
- ज्वालामुखी (प्रबल फास्फोरस स्थिरीकरण), पीट एवं अम्लीय सल्फेट मृदाऐं।

फास्फोरस की कमी की आवृति

अपर्याप्त फास्फोरस के अनुप्रयोग के साथ नाइट्रोजन तथा नाइट्रोजन + पोटेशियम का अत्यधिक उपयोग।

जलमग्नता का फास्फोरस की उपलब्धता एवं उद्‌ग्रहण पर प्रभाव

शूष्क मृदा के जलमग्न होने पर फास्फोरस की सुलभता बढ़ जाती है।

सामान्य फास्फोरस प्रबन्धन

फास्फोरस के लिए दीर्घ कालीन प्रबन्धन रणनीति की आवश्यकता होती है। फास्फोरस का अनुप्रयोग मृदा में कई वर्षो तक अवशेष प्रभाव प्रदान करता है। मृदा में पर्याप्त सुलभ फास्फोरस के स्तर का निर्माण एवं निर्वहन हेतु प्रबन्धन पर बल देना चाहिए जिससे कि फास्फोरस की अपर्याप्त मात्रा से फसल की वृद्धि, उपज और नाइट्रोजन उपयोग दक्षता सीमित न हो।

2.3 पोटैशियम की कमी

पोटैशियम के कार्य एवं सचलता

पोटैशियम पादप कोशिका में अनिवार्य कार्य करता है तथा प्रकाश संश्लेषण के उत्पादों के स्थांनातरण के लिए आवश्यक है। पोटैशियम पादप कोशिका की दीवारों को दृढता प्रदान करता है तथा फसल आच्छादन में अधिक प्रकाश संशलेषण एवं फसल वृद्वि में योगदान करता है। नाइट्रोजन एवं फास्फोरस के विपरीत, पोटैशियम का प्रभाव कल्लों पर नहीं होता, अपितु पोटैशियम प्रति बाली दानों की संख्या, भरे हुए दानों के प्रतिभात एवं एक हजार दानों के भार पर उल्लेखनीय प्रभाव दर्शाता है।

पोटैशियम की कमी के लक्षण एवं वृद्वि पर प्रभाव

गहरा हरा पौधे के साथ पीलापन लिए हुए भूरे रंग के पत्ती के किनारे अथवा गहरे भूरे मृत धब्बे सर्वप्रथम पूरानी पत्ती के भीर्ष पर प्रकट होते है। (परिशिष्टः A-10, A-17)

पादप रोगों (भूरा पर्ण धब्बा, सरकोस्पोरा पर्ण धब्बा, जिवाणु पर्ण झुलसा, पर्ण वृन्त गलन, तना गलन एवं झोका) का प्रकोप वहॉ अधिक होता है जहॉ नाइट्रोजन का अत्यधिक तथा पोटैशियम का अपर्याप्त उपयोग किया गया हो।

मृदा में कमी

निचली भूमि के खेतों में विनिमेय पोटैशियम के मृदा परीक्षण परिणाम निम्न प्रकार वर्गीकृत कर सकते है।

पोटैशियम की अनुक्रिया	*विनियम पोटैशियम (सेन्टीमोल/किग्रा)*
प्रबल संभव	0.15 से कम
संभव	0.15-0.45
केवल अधिक उपज पर	0.45 से अधिक

निचली भूमि के खेतों में प्रबल पोटैशियम स्थिरीकरण वाली मृदा में 1 N अमोनियम एसिटेट द्वारा निष्कर्षित पोटैशियम की मात्रा प्रायः कम होती है (0.2 सेन्टीमोल/कि.ग्रा. से कम)। इसलिए यह विधि मृदा पोटैशियम कि निर्धारण हेतु विश्वसनीय नहीं है।

पोटैशियम की कमी के कारण

- मृदा की पोटैशियम आपूर्ति क्षमता कम हो।
- पोटैशियम उर्वरक का अपर्याप्त अनुप्रयोग।
- पुआल का पूर्णतः निष्कासन।
- सिंचाई जल के द्वारा पोटैशियम का बहुत कम मात्रा में आगत
- अधिक पोटैशियम स्थिरीकरण अथवा निछालन से क्षति के कारण अनुप्रयुक्त पोटैशियम उर्वरक की न्यून पुनर्प्राप्ति।
- खराब जल निकास वाले मृदाओं में अपचयित पदार्थो की अत्यधिक मात्रा (जैसे हाइड्रोजन सल्फाइड, कार्बनिक अम्ल, Fe^{2+}) जिससे मूल वृद्धि एवं पोटैशियम का उद्ग्रहण बाधित होता है।
- मृदा में सोडियम:पोटैशियम, मैग्नीशियम:पोटैशियम अथवा कैल्शियम:पोटैशियम का विस्तृत अनुपात एवं क्षारीय/लवणीय दशा, अत्यधिक क्षारीय चट्टानों से व्युत्पन्न अत्यधिक मैग्नेशियम, सिंचाई जल में बाईकार्बोनेट की अत्यधिक सांद्रता।

पोटैशियम के कमी की आवृति

- अपर्याप्त पोटैशियम अनुप्रयोग के साथ नाइट्रोजन अथवा नाइट्रोजन+फास्फोरस उर्वरक का अत्यधिक उपयोग
- सीधे बोये गये धान की प्रारम्भिक वृद्वि अवस्था में जब पौधों की संख्या अधिक तथा मूल प्रणाली उथली होती है।

- संकर धान में पोटैशियम की मांग अधिक होने के कारण।

पोटैशियम की विशेष अभावग्रस्त मृदायें

- कम धनायन विनिमय क्षमता तथा कम पोटैशियम भंडार की मोटी गठन की मृदाएँ।
- कम धनायन विनिमय क्षमता एवं न्यून पोटैशियम भंडार वाली अत्यधिक अपक्षयित अम्लीय मृदाए।
- निचली भूमि की मृतिका मृदाएँ जिनमें 2:1 परत की मृतिका खनिज की अधिक मा़त्रा के कारण पोटैशियम स्थिरीकरण अधिक होता है।
- अधिक पोटेशियम वाली मृदा लेकिन जहॉ (कैल्शियम + मैग्नीशियम:पोटैशियम) का अनुपात बहुत विस्तृत हो।
- निछालित पुरानी अम्लीय सल्फेट मृदाएँ।
- खराब जल निकास एवं प्रबल अपचयित मृदाएँ।
- जैव मृदा।

जलमग्नता का पोटैशियम सुलभता एवं उद्ग्रहण पर प्रभाव

जलमग्नता से पोटैशियम की विलयन सान्द्रता बढ़ती है एवं पोटैशियम का विसरण धान की जड़ों की ओर बढ़ जाता है, विशेषतः उस मृदा में जहॉ पोटैशियम का स्थिरीकरण क्षमता कम हो (उदाहरणः वह मृदा जिसमें प्रधानतः 1:1 की वाले केओलिनाइट मृतिका खनिज वर्तमान हो)।

शुष्क निचली धान की भूमि जिसमें 2:1 परत की मृतिका खनिज हो, जलमग्नता से पोटैशियम स्थिरीकरण बढ़ सकता है और मृदा विलयन में सान्द्रता घट सकती है। फलतःधान अविनिमेय पोटैशियम के भंडार से पोटैशियम की आपूर्ति पर निर्भर करता है।

सामान्य पोटैशियम प्रबंधन

पोटैशियम प्रबंधन का दीर्घकालीन मृदा उर्वरता प्रबंधन के एक घटक की मान्यता होनी चाहिए क्योंकि पोटैशियम न तो कम समय की जैविक तथा रसायनिक प्रक्रियाओं, जो नाइट्रोजन की आपूर्ति को प्रभावित करती है, उससे नष्ट होता है और न मूल क्षेत्र में प्राप्त होता है।

पोटैशियम प्रबंधन ऐसा होना चाहिए जिससे नाइट्रोजन की दक्षता पोटैशियम की कमी से प्रतिबंधित नहीं हो।

2.4 जस्ता की कमी

जस्ता का कार्य एवं सचलता

धान के पौधे में जैव रसायनिक प्रक्रियाओं के लिए जस्ता अनिवार्य है। जस्ता जड़ों में एकत्र होता है लेकिन पौधे के विकासशील भाग में स्थान्तरित होता है क्योंकि पत्ती आच्छादन में इसका स्थानान्तरण नगण्य होता है विशेषतः नाइट्रोजन की कमी वाले पौधों में।

जस्ता की कमी के लक्षण एवं वृद्धि पर प्रभाव

बौने पौधों की ऊपरी पत्तियों पर धूल जैसे भूरे धब्बे रोपाई के 2 से 4 सप्ताह में दिखाई देते है (परिशिष्टः A-10, A-19) वृद्धि असमान होती है तथा पौधे बौने होते है।

मृदा में कमी

मृदा में जस्ता की कमी का क्रान्तिक स्तर

- 0.6 मिलीग्राम जस्ता प्रति किलोग्राम: 1 N NH_4OAc, pH 4.8
- 0.1 मिलीग्राम जस्ता प्रति किलोग्राम : 0.05 N HCl
- 2.0 मिलीग्राम जस्ता प्रति किलोग्राम : 0.1N HCl

जस्ता की कमी के कारण

- मृदा में सुलभ जस्ता की कम मात्रा।
- रोपित प्रजातियों का जस्ता की कमी के प्रति संवेदनशील होना (जैसे आईआर 26)
- अधिक पीएच (अवायुवीय दशा में 7.0 से अधिक)
- सिंचाई जल में बाईकार्बोनेट की अधिक सान्द्रता होने से अथवा

उच्च जैवांश वाली चूनेदार मृदाओं में अपचयन दशाओं के कारण बाईकार्बोनेट सान्द्रता का अधिक होना।

- जलमग्नता के बाद अधिक मात्रा में लोहा, कैल्शियम, मैग्नीशियम, तॉबा, मैग्नीज और फास्फोरस के उपलब्ध होने से जस्ता का उद्ग्रहण बाधित होना।
- फास्फोरस उर्वरक का अधिक मात्रा में अनुप्रयोग से जस्ता का स्थिरीकरण होना (फास्फोरस प्रेरित जस्ता की कमी)
- सिंचाई जल में फास्फोरस की अधिक मात्रा (केवल प्रदूषित जल वाले क्षेत्र में)।
- जैव खाद एवं फसल अवशेष का अधिक मात्रा में अनुप्रयोग करने से।
- चूने का अत्यधिक अनुप्रयोग।

जस्ता की कमी की आवृति

- सघन खेती वाली मृदाएँ जहॉ पर भूतकाल में N, P तथा K उर्वरकों (जिनमें जस्ता न हो) की अधिक मात्रा अनुप्रयोग हुआ हो।
- तृ–फसली धान फसल चक्र।

जस्ता की विशेष अभावग्रस्त मृदायें

- निछालित, पुरानी अम्लीय सल्फेट, क्षारीय, लवणीय–उदासीन, चूनायुक्त, पीट, रेतीली, अधिक ऋतुक्षरित, अम्लीय एवं मोटे गठन की मृदायें।
- अधिक सुलभ फास्फोरस व सिलीकान स्तर वाली मृदायें।

जस्ता की सुलभता एंव उद्ग्रहण पर जलमग्नता का प्रभाव

जलमग्नता दशा में जस्ता की सुलभता घट जाती है, क्योंकि पी एच मान बढ़ने से जस्ता की विलेयता कम हो जाती है।

जस्ता प्रबंधन की बचाव रणनीति

- *प्रजातियाँः* जस्ता दक्ष प्रजातियों का चयन।
- *फसल अवस्थापनः* पौध अथवा बुवाई पूर्व भिगोए हुये बीज को जिंक आक्साइड के 2-4 प्रतिशत घोल में डुबाना (जैसेः 20-40 ग्राम जिंक आक्साइड प्रति लीटर जल में)
- *उर्वरक प्रबंधनः* जैव खादों का अनुप्रयोग करें। बचाव हेतु 5-10 किग्रा जस्ता प्रति हेक्टेअर जिंक सल्फेट, जिंक आक्साइड अथवा जिंक क्लोराइड के रूप में बीज बोने अथवा पौध की रोपाई से पहले मृदा में मिला दें अथवा रोपाई के कुछ दिन पहले पौधशाला में अनुप्रयोग करें। अधिकांश मृदाओं में एक निश्चित मात्रा में जिंक सल्फेट का अनुप्रयोग 2-8 फसलों में एक बार करना चाहिए।
- *जल प्रबंधनः* त्रि–फसली भूमि से समय–समय पर जल निकास करें। उच्च पीएच मान (8 से ऊपर) वाले जल से सिंचाई न करें।

जस्ता की कमी का उपचार

मृदा में जस्ता के अनुप्रयोग से जस्ता की कमी का प्रभावी रूप में निराकरण कर सकते है। उच्च पीएच मान की मृदा में पृष्ठ अनुप्रयोग मृदा में मिलाने से अधिक प्रभावी होता है। सामान्यतः जिंक सल्फेट का जस्ता के स्रोत के रूप में उपयोग किया जाता है (परन्तु जिंक आक्साइड सस्ता है)। निम्नलिखित उपाय अलग–अलग अथवां सामूहिक रूप में प्रभावी हैं, परन्तु इनको कमी के लक्षण दिखने पर तत्काल क्रियान्वित करना चाहिए।

- यदि खेत में जस्ता की कमी के लक्षण दिखाई दे तो 10-25 किग्रा जिंक सल्फेट मोनोहाइड्रेट अथवा 20-40 किग्रा जिंक सल्फेट हेप्टा हाइड्रेट प्रति हेक्टेअर की दर से मृदा के सतह

पर बिखेर दें। एक समान अनुप्रयोग हेतु जिंक सल्फेट (25 प्रतिशत) को रेत (75 प्रतिशत) के साथ मिलाकर उपयोग करें।

- 0.5-1.5 किग्रा जस्ता प्रति हेक्टेअर का पर्णीय छिड़काव (उदाहरणः 0.5 प्रतिशत जिंक सल्फेट विलयन 200 लीटर जल में प्रति हेक्टेअर) खड़ी फसल में जस्ता की कमी के आकस्मिक उपचार हेतु करें।

2.5 गंधक की कमी

गंधक के कार्य एवं सचलता

पौधे में प्रोटीन संश्लेशण, पादप संरचना एवं विभिन्न कार्यो हेतु गंधक की आवश्यकता होती है। कार्बोहाइड्रेट के उपापचय में भी गंधक की आवश्यकता होती है। यह पौधे में नाइट्रोजन से कम सचल है इसलिए कमी के लक्षण सबसे पहले नई पत्तियों पर दिखाई देते है।

गंधक की कमी के लक्षण तथा वृद्धि पर प्रभाव

पीलापन लिए हुए हरा पौधा, हल्के हरे रंग की नई पत्तियॉ (परिशिष्टः A-10, A-21)

मृदा में कमी

गंधक की कमी कभी–कभी नाइट्रोजन की कमी जैसी प्रतीत होती है। जब तक अकार्बनिक गंधक के साथ खनिजीकरणीय जैव गंधक अंश (इस्टर सल्फेट) को सम्मिलित न किया जायॅ तब तक गंधक का परीक्षण विश्वसनीय नहीं होता है।

मृदा में गंधक की कमी होने के क्रान्तिक स्तर

- <5 मिलीग्राम गंधक प्रति किलोग्राम : 0-05 M HCl
- <6 मिलीग्राम गंधक प्रति किलोग्राम : 0.25 M KCl $40\ ^{0}C$ पर 3 घंटे तक गर्म किया हुआ।
- <9 मिलीग्राम गंधक प्रति किलोग्राम : 0.01 M $Ca(H_2PO_4)_2$

गंधक की कमी के कारण

- मृदा में सुलभ गंधक की कम मात्रा।
- सघन खेती के कारण मृदा से गंधक का निष्कासन।

- गंधक मुक्त उर्वरकों का अनुप्रयोग (उदाहरणः अमोनियम सल्फेट के स्थान पर यूरिया सिंगल सुपर फास्फेट के स्थान पर ट्रिपल सुपर फास्फेट, सल्फेट ऑफ पोटाश के स्थान पर म्यूरेट ऑफ पोटाश)
- प्रगतिशील देशों के अधिकतर ग्रामीण क्षेत्रों में औद्योगिक गैस में गंधक के कम होने के कारण गंधक का वर्षण द्वारा संचय कम होता है।
- भूमिगत जल में गंधक की सान्द्रता का परिसर विस्तृत होता है। सिंचाई जल में गंधक की मात्रा बहुत कम होती है।
- जैव अवशेष को जलाने से गंधक नष्ट हो जाता है।

गंधक की विशेष अभाव ग्रस्त मृदाये

- ऐलोफेन खनिज युक्त मृदाएँ (जैसेः एन्डीसाल)।
- कम जैवांश वाली मृदाएँ।
- अधिक ऋतुक्षरित मृदाएँ जिनमें लौह आक्साइड अधिक मात्रा में हो।
- रेतीली मृदा जिनका आसानी से निछालन हो जाता हो।

गंधक की कमी की आवृति

- औद्योगिक क्षेत्रों, जहॉ गैस उत्सर्जन अधिक है, के समीपस्थ धान के उत्पादन क्षेत्रों में गंधक की कमी की आवृति सामान्यतः कम होती है।

जलमग्नता का गंधक की सुलभता एवं उद्ग्रहण पर प्रभाव

जलमग्नता की दशा में गंधक की सुलभता घट जाती है।

गंधक प्रबन्धन की बचाव रणनीति

धान के निचली भूमि वाले क्षेत्रों में नैसर्गिक स्रोतों से प्राप्त गंधक की मात्रा धान के दानों द्वारा निष्कासित मात्रा के समतुल्य अथवा अधिक होती है। गंधक युक्त उर्वरकों के उपयोग से गंधक की कमी का आसानी से बचाव अथवा निराकरण किया जाता है।

- *प्राकृतिक आगत:* वातावरण संचय से गंधक के आगत का मापन करें।
- *पौधशाला:* गंधक युक्त उर्वरक (अमोनियम सल्फेट, सिंगल, सुपर फास्फेट) की धान की बीज भौय्या (पौधशाला) में अनुप्रयोग करें।
- *उर्वरक प्रबन्धन:* फसल के भागों द्वारा निष्कासित गंधक के पुर्नवीकरण हेतु गंधक युक्त नाइट्रोजन तथा फास्फोरस उर्वरक यथा अमोनियम सल्फेट (24 प्रतिशत गंधक), सिंगल सुपरफास्फेट (12 प्रतिशत गंधक),का अनुप्रयोग करें। यह अनियमित अन्तराल पर किया जा सकता है।
- *पुआल प्रबन्धन:* पुआल को जलाने अथवा निष्कासन के स्थान पर उसे मृदा में मिला दें। पुआल में संग्रहित गंधक का 40-60 प्रतिशत जलाने से नष्ट हो जाता है।
- *मृदा प्रबन्धन:* गंधक का उद्ग्रहण बढ़ाने हेतु मृदा प्रबन्धन को सुधारें।
    - अत्यधिक मृदा अपचयन से बचाने के लिए पर्याप्त अंत:श्रवण (लगभग 5 मिली मीटर प्रतिदिन) बनाएँ रखें।
    - परती अवधि में सल्फाइड आक्सीकरण दर बढ़ाने के लिए शुष्क जुताई करें।

गंधक की कमी के उपचार

यदि प्रारंभिक वृद्धि अवस्था में गंधक की कमी ज्ञात हो जाती है, तो गंधक उर्वरक की अनुक्रिया भीध्र होती है तथा गंधक की कमी के लक्षणों से पुर्नप्राप्ति गंधक के अनुप्रयोग से 5 दिनों में हो जाती है।

- जहाँ पर मध्यम गंधक की कमी हो, 10 किलोग्राम गंधक प्रति हेक्टेअर अनुप्रयोग करें।
- अत्यधिक गंधक की कमी वाले क्षेत्र में 20-40 किग्रा गंधक प्रति हेक्टेअर का अनुप्रयोग करें।

2.6 सिलीकॉन की कमी

सिलीकॉन के कार्य एवं सचलता

धान के लिए सिलीकॉन एक "लाभदायक" पोषक तत्व हैं। मजबूत पत्तियाँ, तना एवं जड़ों के विकास के लिए यह आवश्यक है। सिलीकॉन की कमी वाले पौधों में अधिक वाष्पोसर्जन के कारण जल उपयोग दक्षता कम होती है।

सिलीकॉन की कमी के लक्षण एवं वृद्धि पर प्रभाव

कोमल, झुकी हुई पत्तियाँ तथा पौधों (परिशिष्टः A-11, A-23)

मृदा

सिलीकॉन की कमी का मृदा में क्रान्तिक सान्द्रता में 40 मि0 ग्राम सिलीकॉन प्रति किलोग्राम (1M सोडियम ऐसिटेट, पीएच मान 4.0 पर उभयधर्मित)

सिलीकॉन की कमी के कारण

- अत्यधिक ऋतुक्षरित एवं पुरानी मृदा में सिलीकॉन आपूर्ति क्षमता कम होती है।
- पैतृक पदार्थ में सिलीकॉन की कम मात्रा में हो।
- लम्बे समय से सघन खेती में पुआल के निष्कासन से मृदा में सिलीकॉन का ह्रास हो जाता है।

सिलीकॉन की कमी की आवृति

उष्ण कटिबंधीय एशिया में सघन सिंचाई वाले धान प्रणाली में सामान्यतः सिलीकॉन की कमी नहीं है।

सिलीकॉन की विशेषतः अभाव ग्रस्त मृदायें

- शीत अथवा समोष्ण कटिबंधीय जलवायु में धान की पुरानी क्षीण मृदायें।
- कम खनिज सिलीकॉन भण्डार वाली जैव मृदायें।
- उष्ण कटिबंधीय अत्यधिक अपक्षयित तथा निच्छालित मृदायें।

जलमग्नता का सिलीकॉन की सुलभता एवं उद्ग्रहण पर प्रभाव

जलमग्नता के पश्चात् पादप सुलभ सिलीकॉन की मात्रा बढ़ जाती है।

सिलीकॉन प्रबंधन की बचाव रणनीति

- ***प्राकृतिक आगतः*** कुछ क्षेत्रों में सिंचाई जल से सिलीकॉन का सार्थक निवेश होता है, विशेषतः यदि ज्वालामुखी भूगर्भ वाले क्षेत्रों के भौम जल का सिंचाई हेतु उपयोग किया जाता है।
- ***पुआल प्रबंधनः*** दीर्घ अवधि में फसल कटाई के बाद पुआल को खेत से निष्कासित नहीं करने से सिलीकॉन की कमी को रोका जा सकता है। धान के पुआल (5-6 प्रतिशत सिलीकॉन) और धान की भूसी (10 प्रतिशत सिलीकॉन) का पुनःचक्रण करें।
- ***उर्वरक प्रबंधनः*** फास्फोरस + पोटेशियम के बिना नाइट्रोजन उर्वरक के अत्यधिक मात्रा में अनुप्रयोग न करें।

सिलीकॉन की कमी का उपचार

धान की अवनित मृदा अथवा पीट मृदा में कैल्शियम सिलिकेट 1-3 टन प्रति हेक्टेअर की दर से नियमित अनुप्रयोग करें। सिलीकॉन की कमी के भीघ्र निराकरण हेतु दानेदार सिलिकेट का अनुप्रयोग करें।

- कैल्शियम सिलिकेटः 120-200 कि.ग्रा./हेक्टेअर
- पोटैशियम सिलिकेटः 40-60 कि.ग्रा./हेक्टेअर

2.7 मैग्नेशियम की कमी

मैग्नेशियम के कार्य एवं सचलता

मैग्नेशियम क्लोरोफिल का एक संघटक है तथा प्रकाश संश्लेषण में संबद्ध है। मैग्नेशियम बहुत सचल है और पुरानी पत्तियों से नई पत्तियों में भीघ्र स्थानान्तरित हो जाता है। इसीलिए कमी के लक्षण प्रारंभ में पुरानी पत्तियों में प्रकट होते है।

मैग्नेशियम की कमी के लक्षण एवं वृद्धि पर प्रभाव

पुरानी पत्तियों में नारंगी–पीला अंतशिरा हरितिमाहीनता (परिशिष्ट A-10, A-25)

मृदा

मृदा में एक सेन्टीमोल मैग्नेशियम प्रति किलो से कम सान्द्रता मैग्नेशियम के बहुत कम स्तर को दर्शाता है। सामान्यतः 3 सेन्टीमोल मैग्नेशियम प्रति कि.ग्रा. मृदा से अधिक सान्द्रता धान के लिये पर्याप्त होती है।

मैग्नेशियम की कमी के कारण

- मृदा में सुलभ मैग्नेशियम का कम स्तर।
- विनिमय पोटेशियमः मैग्नेशियम के विस्तृत अनुपात (यथाः 1:1) के कारण मैग्नेशियम का उद्ग्रहण कम होना।

मैग्नेशियम की कमी की आवृति

मैग्नेशियम की कमी खेत में प्रायः नहीं दिखती है, क्योंकि सिंचाई जल से इसकी पर्याप्त मात्रा में आपूर्ति हो जाती है। मैग्नेशियम की कमी वर्षा आश्रित निचली भूमि ऊपरी भूमि के क्षेत्रों में

सामान्यतः अधिक होती है जहाँ फसलों के द्वारा मैग्नेशियम के लगातार निष्कासन के कारण मृदा मैग्नेशियम स्तर कम हो गया हो।

विशेषतः मैग्नेशियम की अभाव ग्रस्त मृदायें

- अम्लीय, कम धनायन विनिमय क्षमता वाली ऊपरी तथा निचली भूमि।
- अधिक अंतःस्रवण की दर तथा निछालन क्षति वाली मोटी गठन की रेतिली मृदायें।
- निछालित, पुरानी अम्लीय–सल्फेट मृदायें जिनमें भस्मिक तत्व कम हो।

जलमग्नता का मैग्नेशियम की सुलभता तथा उद्ग्रहण पर प्रभाव

जलमग्नता के पश्चात् मृदा विलयन में मैग्नेशियम की सान्द्रता बढ़ती है।

मैग्नेशियम प्रबंधन की बचाव रणनीति

- ***फसल प्रबंधनः*** मैग्नेशियम के फसल द्वारा निष्कासन को संतुलित करने हेतु मैग्नशियम उर्वरक, अहाता खाद एवं अन्य पदार्थो का पर्याप्त मात्रा में अनुप्रयोग करें।
- ***जल प्रबंधनः*** भूमि की तैयारी के समय मोटे गठन की मृदा की अवमृदा को संघनित करके निच्छालन दर को न्यूनतम करें।
- ***मृदा प्रबंधनः*** उपयुक्त मृदा संरक्षण विधियों के उपयोग से ऊपरी भूमि क्षेत्रों में अपरदन तथा पृष्ठ–प्रवाह द्वारा क्षति न्यूनतम करें।

मैग्नेशियम की कमी के उपचार

मैग्नेशियम की कमी का उपचार निम्नलिखित तरीके से करना चाहिए:

- मैग्नेशियम युक्त उर्वरकों का उपयोग करें। विलेय मैग्नेशियम स्रोतों जैसे कीसेराइट, लैंगबिनाईट अथवा मैग्नेशियम क्लोराइड के अनुप्रयोग से मैग्नेशियम की कमी के लक्षणों का शीघ्र निराकरण हो जाता है।
- मैग्नेशियम युक्त तरल उर्वरक का पर्णीय छिड़काव करना।
- अम्लीय उच्च भूमि में मैग्नेशियम की आपूर्ति तथा मृदा का पीएच मान बढ़ाने हेतु डोलोमाइट का अनुप्रयोग करें।

2.8 कैल्शियम की कमी

कैल्शियम के कार्य एवं सचलता

साधारणतया कमी के लक्षण पहले नई पत्तियों पर दिखाई देते है। कैल्शियम की कमी से जड़ों का कार्य बाधित हो जाता है और धान के पौधे में लोहे की कमी को प्रेरित करता है।

कैल्शियम की पर्याप्त आपूर्ति जीवाणु पर्ण झुलसा तथा भूरा धब्बा रोगों की प्रतिरोधता बढ़ाता है।

कैल्शियम की कमी के लक्षण एवं वृद्वि पर प्रभाव

नई पत्तियों के हरितिमाहीन–मृत विभाजित अथवा मुड़े हुए भीर्ष (परिशिष्ट A-11, A-27)।

मृदा

जब मृदा में विनिमेय कैल्शियम एक सेन्टीमोल प्रति किग्रा से कम हो अथवा कैल्शियम संतृप्ति धनायन विनिमय क्षमता का 8% से कम हो, तो कैल्शियम की कमी की संभावना होती है। उपयुक्त वृद्वि के लिए कैल्शियम संतृप्ति धनायन विनिमय क्षमता का 20 प्रतिशत से अधिक होना चाहिए। उपयुक्त वृद्वि के लिए कैल्शियमः मैग्नेशियम का अनुपात भी 3-4:1 विनिमेय रूप में तथा 1:1 मृदा विलयन में होना चाहिए।

कैल्शियम की कमी के कारण

- मृदा में सुलभ कैल्शियम की कम मात्रा (क्षीण, अम्लीय रेतीली मृदा)।
- क्षारीय पीएच के साथ विस्तृत विनिमेय सोडियमः कैल्शियम अनुपात जिससे कैल्शियम उद्ग्रहण घट जाता है।

- मृदा में विस्तृत लोहः कैल्शियम अथवा मैग्नेशियमः कैल्शियम अनुपात जिससे कैल्शियम उद्ग्रहण घट जाता है।
- अत्यधिक नाइट्रोजन अथवा पोटैशियम उर्वरक का अनुप्रयोग जिससे अमोनियमः कैल्शियम अथवा पोटैशियमः कैल्शियम का अनुपात विस्तृत हो जाता है तथा कैल्शियम का उद्ग्रहण घट जाता है।
- अत्यधिक फास्फोरस उर्वरक का अनुप्रयोग जिससे कैल्शियम की सुलभता कम हो सकती है (क्योंकि क्षारीय मृदा में कैल्शियम फास्फेट निर्मित हो जाता है)।

कैल्शियम की कमी की आवृति

निचली भूमि के धान में सामान्यतः कैल्शियम की कमी नहीं होती, क्योंकि प्रायः मृदा में खनिज उर्वरक तथा सिंचाई जल के अनुप्रयोग से पर्याप्त कैल्शियम रहता है।

विशेषतः कैल्शियम की अभावग्रस्त मृदायें

- अम्लीय, प्रबल निछालित, कम धनायन विनिमय क्षमता वाली उच्च भूमि तथा निचली भूमि।
- सर्पेन्टाईन चट्टानों से निर्मित मृदायें।
- अत्यधिक अंतः स्रवण तथा निछालन वाली रेतीली मृदायें।
- निछालित, पुरानी अम्लीय सल्फेट मृदाएँ जिनमें भास्मिक तत्व कम हो।

जलमग्नता का कैल्शियम की सुलभता एवं उद्ग्रहण पर प्रभाव

जलमग्नता के पश्चात् मृदा विलयन में कैल्शियम की सान्द्रता बढ़ जाती है।

कैल्शियम प्रबंधन की बचाव रणनीति

- ***फसल प्रबंधन:*** कम कैल्शियम सान्द्रता वाली मृदाओं में अहाता खाद अथवा पुआल (खेत में मिलाकर/जलाकर) का मृदा से कैल्शियम के निष्कासन को संतुलित करने हेतु अनुप्रयोग करें।
- ***उर्वरक प्रबंधन:*** सिंगल सुपर फास्फेट (13-20 प्रतिशत कैल्शियम) अथवा टिपल सुपर फास्फेट (9-14 प्रतिशत) का फास्फोरस स्रोत के रूप में अनुप्रयोग करें।

कैल्शियम की कमी का उपचार

कैल्शियम की कमी का उपचार निम्नलिखित तरीके से करना चाहिए।

- कैल्शियम की भारी कमी का भीघ्र उपचार हेतु कैल्शियम क्लोराइड (ठोस अथवा विलयन) का अनुप्रयोग करें अथवा कैल्शियम युक्त पर्णीय छिड़काव करें।
- कैल्शियम की कमी वाली उच्च पीएच की मृदाओं (क्षारक तथा उच्च पोटैशियम मृदाएँ) में जिप्सम का अनुप्रयोग करें।
- अम्लीय मृदाओं में पीएच मान तथा कैल्शियम की सुलभता बढ़ाने हेतु चूना का अनुप्रयोग करें।
- कैल्शियम के साथ मैग्नेशियम एवं पोटैशियम का भी अनुप्रयोग करें, क्योंकि कैल्शियम इन पोषक तत्वों की कमी उत्पन्न कर देता है।
- कैल्शियम के उद्ग्रहण पर सोडियमबाईकार्बोनेट समृद्ध जल के अवरोधी प्रभाव को नियंत्रित करने के लिए पाइराईट का अनुप्रयोग करें।

2.9 लोहे की कमी

लोहे के कार्य एवं सचलता

लोहे की आवश्यकता प्रकाश संश्लेषण में होती है। लोहे की कमी से पोटैशियम का अवशोषण बाधित होता है। नई पत्तियाँ सबसे पहले प्रभावित होती है, क्योंकि धान के पौधे में लोहा गतिशील नहीं होता है।

लोहे की कमी के लक्षण एवं वृद्वि पर प्रभाव

अंतरशिरा हरितिमाहीनता पीलापन और नवजात पत्तियाँ का वर्णहीनता (परिशिष्ट A-11, A-29)

मृदा

मृदा में लोहे की कमी तब होती है जब मृदा में लोहे की सान्द्रता

- अमोनियम ऐसिटेट (पीएच 4.8) से निष्कर्षित लोहा 2 मिली ग्राम प्रति किग्रा से कम हो।
- डीटीपीए–कैल्शियम क्लोराइड, (पीएच 7.3) से निष्कर्षित लोहा 4-5 मिली ग्राम प्रति किग्रा से कम हो।

लोहे की कमी के कारण

- उच्च भूमि की मृदा में विलेय फैरस आयन (Fe^{2+}) की कम सान्द्रता।
- जलमग्नता की दशा में पर्याप्त अपचयन नहीं होना (जैसेः कम जैवांश वाली मृदाएँ)।
- चूना युक्त अथवा क्षारीय मृदाओं का जलमग्नता के बाद उच्च पीएच मान (जैसेः बाईकार्बोनेट्स की सान्द्रता के कारण लोहे की विलेयता तथा उद्ग्रहण कम होना)

- मृदा में विस्तृत P: Fe अनुपात (अत्यधिक फास्फोरस उर्वरक के अनुप्रयोग से लोह फास्फेट के रूप में लोहे का बन्धन)।

लोहे की कमी की आवृति

- उदासीन, चुनायुक्त तथा उच्च भूमि की क्षारीय मृदायें।
- न्यून जैवांश वाली क्षारीय तथा निचली भूमि की चूनायुक्त मृदायें।
- क्षारीय जल से सिंचिंत निचली भूमि की मृदायें।
- ग्रेनाइट से व्युत्पन्न मोटे गठन की मृदायें।

जलमग्नता का लोहे की सुलभता एवं उद्ग्रहण पर प्रभाव

जलमग्नता के पश्चात् लोहे की सुलभता बढ़ जाती है। जैवांश के विघटन के समय जब फेरिक (Fe^{2+}) का अधिक विलेय फेरस (Fe^{2+}) में अपचयन होता है तो लोहे की विलेयता बढ़ जाती है। जलमग्न मृदाओं में लोहे की कमी की आवृति तभी होती है जब जैवांश का विघटन फेरिक का फेरस में अपचयन प्रेरित करने हेतु पर्याप्त नहीं हो।

लोहा प्रबंधन की बचाव रणनीति

- ***प्रजातियाँ:*** अधिक लोहा उद्ग्रहण करने वाली धान की प्रजातियों का चयन प्रगति में है जिससे मानव में लोहे के पोषण को सुधारा जा सकें।
- ***मृदा प्रबंधन:*** जैवांश (यथा: फसल अवशेष, पशुओं की खाद) का अनुप्रयोग करें।
- ***उर्वरक प्रबंधन:*** अधिक पीएच मान की मृदाओं में अम्लकारी उर्वरकों (यथा: यूरिया के स्थान पर अमोनियम सल्फेट) का अनुप्रयोग करें। ऐसा उर्वरक, जिसमें लोहा गौण तत्व हो, का उपयोग करें।

लोहे की कमी का उपचार

लोहे की कमी का निराकरण सबसे कठिन तथा महंगी सूक्ष्म पोषक तत्व की कमी निराकरण प्रक्रिया है। मृदा में अकार्बनिक लोहे के स्रोतों का अनुप्रयोग प्रायः लोहे की कमी को नियंत्रण करने में अप्रभावी होता है, यदि उन्हें अत्यधिक मात्रा में अनुप्रयोग न किया जायँ। लोहे की कमी को इस प्रकार उपचारित करना चाहिए:

- ठोस फेरस सल्फेट का अनुप्रयोग धान की पंक्तियों के मध्य में अथवा बिखेरकर करें (अधिक मात्रा में अनुप्रयोग की आवश्यकता होगी)
- फेरस सल्फेट (2-3 प्रतिशत घोल) अथवा लौह–चिलेट का पणीय अनुप्रयोग करें। पौधे में लोहे की कम सचलता होने के कारण नई पादप वृद्धि के समर्थन हेतु दो सप्ताह के अन्तराल पर (कल्लों के विकास के समय से प्रारंभ) 2 से 3 बार अनुप्रयोग करें।

2.10 मैंगनीज की कमी

मैंगनीज के कार्य एवं सचलता

मैंगनीज की प्रकाश संश्लेषण में आवश्यकता होती है। पौधे के ऊपरी अंगों: तना व पत्तियों में जाने से पहले मैंगनीज जड़ों में एकत्र होता है। मैंगनीज का पुरानी से नई पत्तियों में कुछ स्थानान्तरण होता है।

मैंगनीज की कमी के लक्षण एवं वृद्धि पर प्रभाव

नई पत्तियों के शीर्ष से प्रारंभ होकर अंतरशिरा हरितिमाहीनता (परिशिष्ट: A-11, A-31)।

मृदा

मृदा में मैंगनीज की कमी का क्रन्तिक स्तर

- 1 मिली ग्राम मैंगनीज प्रति किग्रा: टेरेफ्थेलिक अम्ल + कैल्शियम क्लोराइड (पीएच 7.3)
- 12 मिली ग्राम मैंगनीज प्रति किग्रा: 1 N अमोनियम ऐसिटेट + 0.2 प्रतिशत हाइड्रोक्यूनोन (पीएच 7)

मैंगनीज की कमी के कारण

- मृदा में सुलभ मैंगनीज की कम मात्रा।
- मृदा में लोहे की अधिक सान्द्रता होने के कारण उत्पन्न लौह प्रेरित मैंगनीज की कमी।
- मृदा विलयन में कैल्शियम, मैग्नशियम, जस्ता और अमोनियम की अधिक सान्द्रता होने के कारण मैंगनीज काकम उद्‌ग्रहण।
- अम्लीय मृदा में अत्यधिक चूना अनुप्रयोग।

- हाइड्रोजन सल्फाईड के एकत्र होने से मैंगनीज का कम उद्ग्रहण।

मैंगनीज की कमी की आवृति

उच्च भूमि के धान में प्रायः मैंगनीज की कमी की आवृति होती है, परन्तु वर्षा आश्रित एवं निचली भूमि के धान में सामान्यतः इसकी आवृति नहीं होती क्योंकि जलमग्नता से मैंगनीज की विलेयता बढ़ जाती है।

मैंगनीज की विशेष अभाव ग्रस्त मृदाएँ

- उच्च भूमि की अम्लीय मृदाएँ (अल्टीसोल्स, आक्सीसोल्स)।
- न्यून जैवांश तथा कम मात्रा में अपचयनयोग्य मैंगनीज वाली क्षारीय व चुनायुक्त मृदाएँ।
- धान की क्षीण मृदा जिसमें सक्रिय लोहा अधिक मात्रा में हो।
- अधिक निछालित रेतीली मृदा जिसमें कम मात्रा में मैगनीज हो।
- निछालित, पुरानी अम्लीय सल्फेट मृदा जिसमें भास्मिक तत्व कम हो।
- क्षारीय एवं चूनायुक्त जैव मृदा (हिस्टोसोल्स)।
- अधिक अपक्षयित मृदाएँ जिनमें सकल मैगनीज की मात्रा कम हो।

जलमग्नता का मैंगनीज की सुलभता एवं उद्ग्रहण पर प्रभाव

जलमग्नता से मैंगनीज की सुलभता बढ़ जाती है, क्योंकि मैगेनिक (Mn^{4+}) का पादप–सुलभ मैगनस (Mn^{2+}) में अपचयन हो जाता है।

मैंगनीज प्रबंधन की बचाव रणनीति

- ***फसल प्रबंधन:*** अहाता खाद अथवा पुआल (मिलाकर अथवा जलाकर) अनुप्रयोग करें।
- ***उर्वरक प्रबंधन:*** अम्लकारी उर्वरकों का अनुप्रयोग जैसे यूरिया के स्थान पर अमोनियम सल्फेट।

मैंगनीज की कमी का उपचार

मैंगनीज की कमी का उपचार मैंगनीज के पर्णीय छिड़काव अथवा अम्लीय प्रारंभिक उर्वरकों के साथ मैंगनीज के पंक्ति अवस्थापन द्वारा किया जा सकता है। मैंगनीज की कमी निम्न प्रकार उपचारित की जा सकती है।

- मैंगनीज सल्फेट अथवा महीन पिसा हुआ मैंगनीज आक्साइड (5–20 किग्रा मैंगनीज प्रति हेक्टेअर) का धान की पंक्तियों के किनारे अपुप्रयोग करें।
- मैंगनीज की कमी के भीघ्र उपचार हेतु मैंगनीज सल्फेट (1–5 किग्रा प्रति हेक्टेअर 200 लीटर जल में) का पर्णीय छिड़काव करें।
- चिलेट कम प्रभावी होते है, क्योंकि लोहा तथा तॉबा मैगनीज को विस्थापित कर देते हैं।

2.11 तॉबा की कमी

तॉबा के कार्य एवं सचलता

तॉबा निम्नलिखित प्रक्रियाओं में मुख्य भूमिका निभाता है।

- नाइट्रोजन, प्रोटीन और हारमोन उपापचय।
- प्रकाश संश्लेषण और भवसन।
- पराग का निर्माण एवं निषेचन।

धान के पौधे में तॉबा की सचलता अंशतः पत्ती के नाइट्रोजन स्तर पर निर्भर करती है। नाइट्रोजन की कमी वाले पौधों में बहुत कम मात्रा में तॉबे का पुनः स्थानान्तरण होता है। सामान्यतः तॉबा की कमी के लक्षण नई पत्तियों पर दिखाई देते है।

तॉबा की कमी के लक्षण एवं वृद्वि पर प्रभाव

हरितिमाहीन धारियॉ, नीलापन के साथ हरी पत्तियॉ, जो कि भीर्ष पर हरितिमाहीन हो जाती है। (परिशिष्ट– A-11, A- 33)

मृदा

मृदा में तॉबा की कमी का क्रान्तिक स्तरः

- 0.1 मिली ग्राम तॉबा प्रति किग्राः 0.05 N हाइड्रोक्लोरिक अम्ल
- 0.2–0.3 मिली ग्राम तॉबा प्रति किग्राः डी0टी0पी0ए0 + कैल्शियम क्लोराइड, पी0एच0 7.3

तॉबा की कमी के कारण

- मृदा में सुलभ तॉबा की कम मात्रा।
- हयूमिक तथा फल्विक अम्ल पर तॉबा का प्रबल अधिभाोषण (पीट मृदाओं में)

- पैतृक पदार्थ में तॉबा की कम मात्रा (क्वार्टज से उत्पन्न रेतीली मृदाएँ)।
- नाइट्रोजन, फास्फोरस एवं पोटेशियम उर्वरकों का अत्यधिक अनुप्रयोग दर जिससे पादप वृद्वि दर तीव्र होती है तथा परिणामतः मृदा विलय से तॉबा प्रायः समाप्त हो जाता है।
- अम्लीय मृदा में अत्यधिक चूना का अनुप्रयोग।
- मृदा में अत्यधिक जस्ता के कारण तॉबा का बाधित उद्ग्रहण।

तॉबा की कमी की आवृति

- मृदा में उच्च जैवांश स्तर (हिस्टोसोल्स, हयूमिक ज्वालामुखीय भस्म मृदाएँ, पीट मृदायें)।
- लेटेराइटी अत्यधिक अपक्षयित मृदायें (अल्टीसोल्स, आक्सीसोल्स,)।
- सामुद्रिक तलछटों से उत्पन्न मृदायें (चूना पत्थर)
- बलुई गठन की मृदायें, चूनायुक्त मृदायें।

जलमग्नता का तॉबा की सुलभता एवं उद्ग्रहण पर प्रभाव

जलमग्नता से तॉबा की सुलभता घट जाती है।

तॉबा के प्रबंधन हेतु बचाव रणनीति

- ***फसल प्रबंधनः*** पौध रोपण से पहले जड़ों को तूतिया (कापर सल्फेट) के 1 प्रतिशत निस्यंद में एक घंटे के लिए डूबो दें।
- ***मृदा प्रबंधनः*** अम्लीय मृदा में चूने की अधिक मात्रा न डाले क्योंकि इससे तॉबा का उद्ग्रहण कम हो सकता है।
- ***उर्वरक प्रबंधनः*** मृदा में तॉबा की दीर्घकालीन निर्वहन हेतु तॉबा की कमी वाली मृदा में कापर आक्साईड (CuO) अथवा तूतिया

(5–10 किग्रा तॉबा प्रति हे0 5 वर्ष के अन्तराल पर) अनुप्रयोग करें (विखेरकर मृदा में मिला दें)।

तॉबा की कमी का उपचार

- तॉबा की कमी का भीघ्र निराकरण हेतु तूतिया (कापर सल्फेट, ठोस या द्रव रूप में) अनुप्रयोग करें (1-5 किग्रा तॉबा प्रति हे0)। मृदा में अनुप्रयोग के लिए महीन तूतिया बिखेर दें अथवा पंक्ति में अवस्थापित करें अथवा आधारिक अनुप्रयोग कर मिला दें।
- कल्ले निकलने से बाली सृजन अवस्था के मध्य तॉबा का पर्णीय छिड़काव कर सकते है, परन्तु इससे बढ़ते हुए ऊतकों में पत्तियॉ झुलस सकती है।
- तॉबा का अत्यधिक मात्रा में अनुप्रयोग न करें, क्योंकि तॉबा की कमी तथा अधिकता के मध्य परिसर बहुत कम होता है।

2.12 बोरान की कमी

बोरान के कार्य तथा सचलता

बोरान कोशिका दीवार का एक महत्वपूर्ण संघटक है। बोरान की कमी से पराग की सजीवता घट जाती है। बोरान नई वृद्वि में पुनःस्थानान्तरित नहीं होता है।

बोरान की कमी के लक्षण तथा वृद्वि पर प्रभाव

नई पत्तियों का शिखर सफेद घुमावदार हो जाता है (परिशिष्टः A-11)।

मृदा

बोरान की कमी की आवृति के लिए मृदा में उष्ण–जल निष्कर्षित बोरान का क्रान्तिक स्तर 0.5 मिली ग्राम प्रति किग्रा है।

बोरान की कमी के कारण

- मृदा में सुलभ बोरान की अल्प मात्रा।
- जैवांश, मृतिका एवं सेस्क्वी आक्साइड पर बोरान का अधिशोषण।
- सूखे के कारण बोरान की सचलता में कमी।
- अत्यधिक चूना का अनुप्रयोग।

बोरान की कमी की आवृति

- अत्यधिक अपक्षयित, अम्लीय लाल मृदायें एवं बलुई मृदायें।
- आग्नेय चट्टानों से व्युत्पन्न अम्लीय मृदायें।
- अत्यधिक जैवांश स्तर की मृदायें।

जलमग्नता का बोरोन की सुलभता एवं उद्ग्रहण पर प्रभाव

जब पीएच मान 6.0 से कम हो तब बोरान अधिकांशतः अनायनिकृत बोरिक अम्ल, $B(OH)_3$ के रूप में उपस्थित रहता है एवं पौधों द्वारा बोरान का उद्ग्रहण द्रव्य प्रवाह पर निर्भर रहता है। जब पीएच मान 6.0 से अधिक हो तब बोरिकअम्ल आयनीकृत तथा जलयोजित होने लगता है। बोरान का जैवांश, सेस्क्वीआक्साइड एवं मृतिका पर अधिशोषण पीएच मान बढ़ने पर बढ़ता है। इसीलिए जलमग्नता के उपरान्त बोरान की सुलभता अम्लीय मृदाओं में घट जाती है किन्तु क्षारीय मृदाओं में बढ़ जाती है।

बोरान प्रबंधन के लिए बचाव रणनीति

- ***जल प्रबंधनः*** अत्यधिक निछालन नहीं होने दें। धान की जलमग्न मृदाओं में बोरान अत्यधिक सचल होता है।
- ***उर्वरक प्रबंधनः*** बोरान की अभावग्रस्त मृदाओं में मंद सक्रिय बोरान स्रोतों (यथाः कोल्मेनाईट) का 2-3 वर्षो के अन्तराल पर अनुप्रयोग करें।

बोरान की कमी का उपचार

- बोरान की कमी का भीघ्र उपचार हेतु बोरान को विलेय रूप में (सुहागा, बोरेक्स) का (0.5-3 कि.ग्रा. बोरान प्रति हे0) अनुप्रयोग करें। फसल बोने से पूर्व बिखेरकर मिट्टी में मिला दें अथवा धान की वानस्पतिक वृद्वि के समय खड़ी फसल में पर्णीय छिड़काव करें।
- बोरेक्स एवं उर्वरक बोरेट को अमोनियम उर्वरकों के साथ नहीं मिलाना चाहिए, क्योंकि उससे अमोनिया का वाष्पीकरण हो जाएगा।

2.13 लौह विषाक्तता

लौह विषाक्तता की क्रियाविधि

लौह विषाक्तता प्राथमिक रूप में मृदा विलयन में लौह की सान्द्रता अधिक होने से पौधों द्वारा अत्यधिक मात्रा में लौह के उद्ग्रहण के विषाक्त प्रभाव के कारण होता है। जलमग्नता के तुरन्त बाद जब Fe^{2+} अधिक मात्रा में एकत्र हो जाता है तो अभिनव रोपित धान की फसल प्रभावित हो सकती है। बाद की वृद्वि अवस्था में धान के पौधे मूल परागम्यता तथा मूल–पर्यावरण में लौह के सूक्ष्म जैविक अपचयन बढने से अत्यधिक Fe^{2+} उद्ग्रहण के कारण प्रभावित होते है। अत्यधिक लौह उद्ग्रहण के परिणाम स्वरूप पत्तियॉ भूरी हो जाती है। पौधों में लौह की अधिक मात्रा के कारण पादप विषाक्तता होती है। लौह विषाक्तता बहुपोषक तत्व तनाव से संबंधित है जिससे जड़ो की आक्सीकरण क्षमता घट जाती है। तब लौह सल्फाइड़ का काला रंग (अत्यधिक अपचयित दशा तथा लौह विषाक्तता का एक निदान सूचक) मूल पृष्ठ पर निर्मित हो सकता है।

लौह विषाक्तता के लक्षण एवं वृद्वि पर प्रभाव

निचली पत्तियों पर सूक्ष्म भूरे धब्बें जो कि ऊपरी शिखर से प्रारंभ होते है अथवा सम्पूर्ण पत्तियॉ नारंगी–पीला से भूरे रंग की हो जाती है। मूल पृष्ठ पर काला लेप (परिशिष्टः A-35)

पौधा

प्रभावित पौधों में लौह की मात्रा सामान्यतः (हमेशा नहीं) अधिक (300-2000 मिग्रा लौह प्रति किग्रा) होती है। लेकिन लौह की क्रान्तिक मात्रा पौधों की आयु एवं सामान्य पोषकीय स्तर पर

निर्भर होती है। क्रान्तिक विभेदक स्तर कम उर्वरता स्तर वाली मृदाओं में कम होता है जिसमें पोषक तत्व की आपूर्ति सामान्यतः सन्तुलित नहीं होती है।

जलमग्नता का लौह विषाक्तता पर प्रभाव

अधिकांश खनिज मृदाओं में जलमग्नता के 2-4 सप्ताह बाद Fe^{2+} की सान्द्रता अधिकतम होती है। मृदा में Fe^{2+} की अत्यधिक सान्द्रता पोटैशियम एवं फास्फोरस का उद्ग्रहण कम कर देती है। प्रबल अपचयन की दशा में हाइड्रोजन सल्फाइड तथा फेरस सल्फाइड का उत्पादन जड़ों की आक्सीकरण क्षमता घटाकर से लौह विषाक्तता में सहयोग कर सकता है।

धान की जड़ों द्वारा आक्सीजन विमुक्त होने से Fe^{2+} का Fe^{3+} में आक्सीकरण होता है, जो धान की मूल पर्यावरण में अम्लीकरण करता है और धान की जड़ों पर भूरे रंग का लेप बनाता है।

लौह विषाक्तता के कारण

- मृदा में प्रबल अपचयन की दशा तथा/अथवा कम पीएच मान के कारण मृदा विलयन में Fe^{2+} की अधिक सान्द्रता।
- न्यून अथवा असंतुलित फसल पोषक तत्व का स्तर। फास्फोरस, कैल्शियम, मैग्नीशियम अथवा पोटैशियम की कमी के कारण जड़ों का आक्सीकरण एवं Fe^{2+} की निष्कासन क्षमता कम होना।
- मूल पर्यावरण में भवसन बाधित करने वाले पदार्थो जैसे कार्बनिक अम्ल, हाइड्रोजन सल्फाइड एवं फेरस सल्फाइड के कारण Fe^{2+} निष्कासन क्षमता कम होना (खण्ड 2.14)
- अविघटित जैवांश का अधिक मात्रा में अनुप्रयोग। भूमिगत जल अथवा पहाड़ियों से क्षैतिज जल रिसाव से मृदा में लौह की लगातार आपूर्ति।

- अधिक लौह मात्रा वाली भाहरी अथवा औद्योगिक वाहित मल का उपयोग।

लौह विषाक्तता की आवृति

लौह विषाक्तता विभिन्न मृदाओं में पायी जाती है, लेकिन सामान्यतः पौधों की वृद्वि की अवधि में स्थायी जलमग्नता वाली निचली भूमि की मृदाओं में लौह विषाक्तता क्षेत्र के सामान्य लक्षण है। खराब जल निकास एवं कम मृदा धनायन विनिमय क्षमता एवं न्यून प्रमुख पोषक तत्व, लेकिन लौह विषाक्तता की आवृति मृदा पीएच के एक वस्तिृत परिसर (4-7) में होती है। लौह विषाक्तता ग्रसित मृदाएँ हैः

- अंतःदेशीय घाटियों में अम्लीय ऊपरी भूमि की मृदाओं से अंतःप्रवाह प्राप्त करने वाली खराब जल निकास की मृदाएँ (एक्वेन्टस, एक्वेप्टस, एक्वेल्टस)।
- कम धनायन विनिमय क्षमता एवं कम सुलभ फास्फोरस एवं पोटैशियम वाली केयोलीनाईटी मृदायें।
- जलोढ़ एंव अजलोढ़ अम्लीय मृतिका मृदायें।
- नयी अम्लीय सल्फेट मृदाएँ।
- अम्लीय निचली या ऊपरी भूमि की पीट मृदाएँ।

लौह विषाक्तता प्रबंधन के लिए बचाव रणनीति

- *प्रजातियॉः* लौह विषाक्तता के प्रति सहनशील धान की प्रजातियॉ उगाएँ जैसेः I R 8192-200, I R 9764-45, कौतिक पुतीह, महसुरी।
- *बीज उपचारः* भीत जलवायु में जहॉ पर धान की सीधी बुवाई की जाती है अंकुरण तथा पादप उद्‌भवन के सुधार हेतु आक्सीजन

आपूर्ति बढ़ाने के लिए आक्सीकारकों का बीज पर लेप करें (यथाः बीज की मात्रा का 50-100 प्रतिशत कैल्शियम परआक्साइड)।

- फसल प्रबंधनः अधिकतम लौह साद्रन्ता की स्थिति व्यतीत होने के पश्चात् तक रोपाई में विलम्ब करें (जलमग्नता के कम से कम 10 से 20 दिन बाद)
- *जल प्रबंधनः* अधिक लौह सान्द्रता एवं जैवांश युक्त खराब जल निकास वाली मृदाओं में अन्तराल पर सिंचाई करें एवं लगातार जलमग्नता नहीं होने दें।
- *उर्वरक प्रबंधनः* पोषक तत्वों की कमी से बचाव हेतु उर्वरकों (एनपीके अथवा एनपीके + चूना) का संतुलित उपयोग। अम्लीय मृदाओं में चूने का अनुप्रयोग करें। ऐसी मृदायें जिसमें लौह तथा जैवांश की अधिक मात्रा हो अथवा जल निकास खराब हो, जैवांश (खाद, पुआल) की अत्यधिक मात्रा का अनुप्रयोग न करें।
- *मृदा प्रबंधनः* धान काटने के बाद परती अवधि में लौह का आक्सीकरण बढ़ाने के लिए शुष्क जुताई करें।

लौह विषाक्तता का उपचार

बचाव प्रबंधन रणनीति अपनाना चाहिए क्योंकि फसल वृद्वि के समय लौह विषाक्तता का निराकरण कठिन होता है। लौह विषाक्तता उपचार के विकल्प हैः

- पोटैशियम, फास्फोरस एवं मैग्नीशियम उर्वरकों की अतिरिक्त मात्रा का अनुप्रयोग।
- अम्लीय मृदाओं में पीएच बढाने के लिए पृष्ठ मृदा में चूना मिलाएँ।

- मृदा के ऊपरी स्तर में Fe^{3+} का अपचयन कम करने के लिए लगभग 100–200 कि.ग्रा. मैग्नीज आक्साइड प्रति हे0 का अनुप्रयोग करें।
- एकत्र लौह (Fe^{2+}) को कम करने के लिए मध्य ऋतु में जल निकास करें।कल्लें निकलने के मध्यावधि में (रोपाई/बुवाई के 25–30 दिन बाद) खेत से जल निकाल दें तथा कल्लें निकलने के समय आक्सीजन की आपूर्ति में सुधार हेतु खेत से जल निकाल दे तथा लगभग 7-10 दिन के लिए जलमग्नता से मुक्त (परन्तु नम) रखें।

2.14 सल्फाइड विषाक्तता

सल्फाइड विषाक्तता की क्रियाविधि

मृदा में हाइड्रोजन सल्फाइड की अत्यधिक सान्द्रता पोषक तत्व के उद्ग्रहण को कम कर देती है, क्योंकि जड़ों का भवसन घट जाता है। जब धान के पौधों द्वारा हाइड्रोजन सल्फाइड की अत्यधिक मात्रा का उद्ग्रहण किया जाता है तो इसका उपापचय पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। मूल पर्यावरण में हाइड्रोजन सल्फाइड को आक्सीकृत करने के लिए धान की जड़े आक्सीजन विमुक्त करती है। हाइड्रोजन सल्फाइड विषाक्तता इसलिये जड़ों की आक्सीकरण क्षमता, मृदा विलयन में हाइड्रोजन सल्फाइड की सान्द्रता एवं जड़ों के स्वास्थ्य पर निर्भर करता है जो कि पोषक तत्वों की आपूर्ति से प्रभावित होता है। मूल–पर्यावरण में आक्सीकरण दशा के विकास से पूर्व नवजात धान के पौधे सल्फाइड विषाक्तता के प्रति विशेष संवेदनशील होते है। हाइड्रोजन सल्फाइड विषाक्तता से कार्यिकी विकृतियाँ जैसे: जापान में अकोइची एवं अमेरिका में सीधी बाली (स्ट्रेटहेड) उत्पन्न होती है।

सल्फाइड विषाक्तता के लक्षण एवं वृद्वि पर प्रभाव

उद्भवी पत्तियों में अन्तःशिरा हरितिमाहीनता मोटी, विरल एवं काले रंग की जड़े (संलग्नक: A-37)।

पत्तियों में सल्फाईड विषाक्तता के लक्षण लौह की कमी के द्वारा उत्पन्न हरितिमाहीनता के समान होते है (खण्ड 2.9)। किन्तु निदान के अन्य आधार लौह विषाक्तता के समान होते है(लेकिन लौह विषाक्तता में पत्तियों में दिखाई देने वाले लक्षण भिन्न होते है, खण्ड 2.13)

- मोटी, विरल, गहरा भूरा से काला मूल तंत्र। ताजा निकाले हुए धान के पौधों में कई काली जड़ों (लौह सल्फाइड का रंग) सहित कम विकसित मूल तंत्र होता है। इसके विपरीत स्वस्थ्य जड़ों

पर लौह आक्साइड एवं हाइड्राक्साइड का एक समान तथा चिकना नारंगी–भूरा लेप होता है।

- पादप ऊतक में पोटैशियम, मैग्नीशियम, कैल्शियम, मैंगनीज तथा सिलिकान की न्यून सान्द्रता।

सल्फाइड विषाक्तता की आवृति के लिए सामान्य परिसर एवं क्रान्तिक स्तर

अभी तक कोई क्रान्तिक स्तर निर्धारित नहीं हुआ है। सल्फाइड विषाक्तता धान की जड़ों की आक्सीकरण क्षमता के विपरीत मृदा विलयन में सल्फाइड की सान्द्रता पर निर्भर करता है। जब मृदा विलयन में हाइड्रोजन सल्फाइड की सान्द्रता 0.07 मि.ग्रा. प्रति लीटर से अधिक हो तो हाइड्रोजन सल्फाइड की विषाक्तता की आवृति होती है।

सल्फाइड विषाक्तता पर जलमग्नता का प्रभाव

जलमग्न मृदाओं में सल्फेट का सल्फाईट में अपचयन के तीन परिणाम होते हैः–

- गंधक की में कमी हो सकती है।
- लौह, जस्ता तथा तॉबा अचल हो सकते है एवं
- लौह की न्यून मात्रा वाली मृदाओं में हाइड्रोजन सल्फाइड विषाक्तता की आवृति हो सकती है।

जलमग्न मृदाओं में कम अपचयन विभव (<-50 मि.ली. वोल्ट पीएच 7.0 पर) सल्फेट हाइड्रोजन सल्फाइड में अपचयित हो जाता है जो तत्पश्चात् अविलेय सल्फाइड जैसे FeS बनाता है। लौह सल्फाइड धान के लिए विषाक्त नहीं होता है लेकिन वह पोषक तत्व का उद्ग्रहण कम कर देता है (खण्ड 2.13)।

सल्फाइड विषाक्तता के कारण

- मृदा विलयन में हाइड्रोजन सल्फाइड की अत्यधिक सान्द्रता (प्रबल अपचयन दशा तथा फेरस सल्फाइड का अत्यंत कम निक्षेपण के कारण)।
- न्यून एवं असंतुलित फसल पोषक तत्व स्तर जिससे जड़ों की आक्सीकरण क्षमता कम हो जाती है (विशेषकर पोटैशियम की कमी लेकिन फास्फोरस, कैल्शियम अथवा मैग्नीशियम की भी कमी के कारण)।
- प्रबल अपचयित मृदाओं में खराब जल निकास तथा उर्वरकों में सल्फेट का अत्यधिक अनुप्रयोग अथवा भाहरी अथवा औद्योगिक वाहित मल का अनुप्रयोग।

हाइड्रोजन सल्फाइड विषाक्तता से ग्रसित मृदायें

- न्यून सक्रिय लौह स्तर तथा उत्तम जल निकास वाली बलुई मृदायें।
- न्यून सक्रिय लौह स्तर वाली क्षीण अम्लीय मृदायें।
- खराब जल निकास वाली जैव मृदायें।
- अम्लीय सल्फेट मृदायें।

सल्फेट विषाक्तता एवं लौह विषाक्तता से ग्रसित मृदायें, सक्रिय लौह की अधिक मात्रा, कम धनायन विनिमय क्षमता एवं विनिमेय धनायनों की कम सान्द्रता में समान होती है।

सल्फाइड विषाक्तता प्रबन्धन के लिए बचाव रणनीति

- *प्रजातियॉः* सल्फाइड विषाक्तता के प्रति सहनशील धान की प्रजातियों को उगाएँ क्योंकि इनकी जड़ों में आक्सीजन विमुक्त करने की क्षमता अधिक होती है।

- *बीज उपचार:* भीत जलवायु में बीज अंकुरण के समय आक्सीजन की आपूर्ति बढ़ाने के लिए बीजों पर आक्सीकारकों (यथा: कैल्शियम परआक्साइड) का लेप करें।
- *जल प्रबन्धन:* गंधक की अधिक सान्द्रता, जैवांश का उच्च स्तर और खराब जल निकास वाली मृदाओं में लगातार जलमग्नता न होने दें तथा अन्तराल पर सिंचाई करें।
- *उर्वरक प्रबन्धन:* जड़ों की आक्सीकरण क्षमता बढ़ाने एवं पोषक तत्व की कमी के निवारण हेतु उर्वरक पोषक तत्वों (एनपीके अथवा एनपीके + चूना) का संतुलित उपयोग करें।पोटाश उर्वरकों का पर्याप्त मात्रा में अनुप्रयोग करें (खण्ड–2.3)। लौह तथा जैवांश की अधिक मात्रा एवं खराब जल निकास वाली मृदाओं में जैविक अवशेषों (खाद, पुआल) का अत्यधिक मात्रा में अनुप्रयोग न करें।
- *मृदा प्रबन्धन:* परती अवधि में गंधक एवं लौह का आक्सीकरण बढ़ाने के लिए फसल काटने के बाद भुष्क जुताई करें।

सल्फाइड विषाक्तता का उपचार

- पोटैशियम, फास्फोरस तथा मैग्नीशियम उर्वरकों का अनुप्रयोग करें।
- न्यून लौह स्तर की मृदाओं में हाइड्रोजन सल्फाइड का फेरस सल्फाइड में स्थिरीकरण हेतु लौह (लवण, आक्साईड) का अनुप्रयोग करें।
- एकत्र हाइड्रोजन सल्फाइड एंव Fe^{2+} के निष्कासन हेतु मध्यावधि जल निकास की व्यवस्था करें। कल्ले निकलने की मध्यावस्था में (रोपाई/बुवाई के 25-30 दिन बाद) खेत में जल निकास करें तथा कल्ले निकलने की अवधि में आक्सीजन आपूर्ति को बढ़ाने के लिए लगभग 7-10 दिनों तक जलमग्नता से मुक्त (परन्तु नम) स्थिति बनायें रखें।

2.15 बोरान विषाक्तता

बोरान विषाक्तता की क्रियाविधि

जब मृदा विलयन में बोरान की सान्द्रता अधिक होती है, तो वाष्पोत्र्सजन द्वारा प्रेरित जल संचलन से बोरान का पूरे पौधों में वितरण हो जाता है, जिसके कारण पत्ती के किनारे एवं शिखर पर बोरान एकत्र हो जाता है। बोरान की अधिकता में भार्करा से स्टार्च का निर्माण बाधित होता है अथवा बोरान–कार्बोहाइड्रेट संकुल का निर्माण होता है जिसके फलस्वरूप दानों का भराव बाधित होता है। लेकिन वानस्पतिक वृद्धि सामान्य होती है।

बोरान विषाक्तता के लक्षण एवं वृद्धि पर प्रभाव

पत्ती के शिखर का भूरापन एवं पत्तियों पर भूरे अण्डाकार धब्बे (परिशिष्टः A-39)

पौधा

- पत्ती के फलक में बोरान सान्द्रता में तीव्र अंतर होता है, पर्णाधार में कम मात्रा से पर्णाशीर्ष में उच्च मात्रा तक।
- खेतों में उगाए गये धान में बोरान का क्रान्तिक विषाक्तता स्तर हरितग्रह में उगाए धान की अपेक्षा कम होता है, क्योंकि वर्षा के समय खुली दशा में बोरान पत्तियों से निछालित हो जाता है।
- धान की विभिन्न प्रजातियों में उपज पर प्रभाव भिन्न–भिन्न होता है।

मृदा

मृदा में बोरान की क्रान्तिक विषाक्तता सीमायें:

- > 4 मिग्रा बोरान प्रति किग्रा : 0.05 हाइड्रोक्लोरिक अम्ल

- > 5 मिग्रा बोरान प्रति किग्रा : गर्म पानी में विलेय बोरान
- > 2.5 मिग्रा बोरान प्रति लीटर : मृदा विलयन

सिंचाई जल

बोरान का 2 मिग्रा प्रति ली0 से अधिक सान्द्रता बोरान विषाक्तता को उत्पन्न कर सकता है।

बोरान विषाक्तता पर जलमग्नता का प्रभाव

अम्लीय मृदा में जलमग्नता से बोरान की सुलभता कम हो जाती है।

जलमग्नता क्षारीय मृदा में बोरान सुलभता बढ़ा देता है।

बोरान विषाक्तता के कारण

- बोरान की अधिकता वाला भूमिगत जल के उपयोग एवं अधिक तापमान के कारण मृदा विलयन में बोरान की अत्यधिक सान्द्रता।
- अत्यधिक बोरान सान्द्रता के पैतृक द्रव्य के कारण मृदा विलयन में बोरान अत्यधिक सान्द्रता बोरान की मात्रा कुछ समुद्रीय तलछट, प्लूटोनिक चट्टानों एवं अन्य ज्वालामुखीय पदार्थो में अधिक होती है।
- बोरेक्स अथवा नगरीय अवशिष्टों का अत्यधिक अनुप्रयोग।

बोरान विषाक्तता की आवृति

बोरान की विषाक्तता भाुष्क एवं अद्र्ध–शुष्क क्षेत्रों में सामान्तया पायी जाती है, लेकिन कुछ अन्य क्षेत्रों से भी धान में इसकी सूचनायें हैं।

बोरान विषाक्तता से ग्रसित मृदायें

- ज्वालामुखीय पैतृक द्रव्यों से निर्मित मृदायें जहॉ सामान्यतया गहरे कुओं से निकाला हुआ ऐसे सिंचाई जल का उपयोग किया जाता है जिसमें बोरान की अधिक सान्द्रता होती है।
- कुछ तटीय लवणीय मृदायें।

बोरान विषाक्तता प्रबन्धन के लिए बचाव रणनीति

- *प्रजातियॉ:* बोरान विषाक्तता के प्रति सहनशील प्रजातियॉ (जैसे आईआर 42, आईआर 46, आईआर 48, आईआर 54, आईआर 98 84-54)
- *जल प्रबन्धन:* सिंचाई के लिए न्यून बोरान सान्द्रता वाले पृष्ठ जल का उपयोग करें। यदि भूमिगत जल का उपयोग सिंचाई के लिए किया जाता है तो उसका नियमित अनुश्रणव करना चाहिए। यदि बोरान की सान्द्रता अत्यधिक हो तो उसे अप्रदूषित जल से तनु करें।
- *मृदा प्रबन्धन:* जब मृदा भाुष्क हो तब जुताई करें जिससे बोरान का पृष्ठ मृदा में एकत्रीकरण हो। तब न्यून बोरान सान्द्रता वाले जल से निक्षालन करें।

बोरान विषाक्तता का उपचार

यदि अंतःस्रवण पर्याप्त हो एवं उपर्युक्त जल स्रोत सुलभ हो, तो न्यून बोरान सिंचाई जल से निछालित करें।

2.16 मैंगनीज विषाक्तता

मैंगनीज विषाक्तता की क्रियाविधि

कम मृदा पीएच होने पर अथवा जलमग्नता के बाद आक्सीकरण विभव कम हो तो मृदा विलयन में मैंगनीज की सान्द्रता बढ़ सकती है। मृदा विलयन में मैंगनीज की अत्यधिक सान्द्रता से अत्यधिक मैंगनीज उद्ग्रहण हो सकता है जब जड़ों में निष्कासन अथवा सहनशीलता क्रियाविधि पर्याप्त कार्य न करें। पादप ऊतक में मैंगनीज की अधिक सान्द्रता उपापचयन प्रक्रियाओं को परिवर्तित कर देता है (उदाहरणः विकर सक्रियता एवं कार्बनिक यौगिक) जो कि हरीतिमाहीनता एवं ऊतक क्षय जैसे मैगनीज विषाक्तता के लक्षणों में प्रकट होते है।

मैंगनीज विषाक्तता लक्षण एवं वृद्वि पर प्रभाव

पत्ती की शिराओं के मध्य पीले भूरे धब्बे, जो कि सम्पूर्ण अन्तःशिरा क्षेत्र में फैल जाते है (परिशिष्टः A-44)

जलमग्नता का मैंगनीज विषाक्तता पर प्रभाव

जलमग्नता धान में मैंगनीज विषाक्तता को प्रभावित करती है क्योंकिः

- आक्सीकरण विभव घटने पर मैंगनीज की विलेयता बढ़ जाती है।
- आक्सीजन की कमी के कारण जड़ों द्वारा मैंगनीज आक्सीकरण कम हो जाता है।

मैंगनीज विषाक्तता के कारण

मैंगनीज विषाक्तता निम्न कारणों से हो सकती हैः

- कम मृदा पीएच मान (5.5 से कम) अथवा/तथा कम आक्सीकरण

विभव के कारण मृदा विलयन में Mn^{2+} की सान्द्रता अधिक होना।

- अपर्याप्त एवं असंतुलित फसल पोषक तत्व स्तर।
- जड़ों में कम आक्सीकरण एवं फेरस (Fe^{2+}) निष्कासन क्षमता क्योंकि
  - सिलिकान, पोटैशियम, फास्फोरस, कैल्शियम अथवा मैग्नीशियम की कमी हो तथा
  - ऐसे पदार्थ जो भवसन को रोकते है (जैसे कार्बनिक अम्ल, हाइड्रोजन सल्फाइड एवं फेरस सल्फाइड) (खण्ड–2.14) उपस्थित हो।
- अधिक मैंगनीज वाले शहरी एवम् औद्योगिक कचरे का इस्तेमाल।

मैंगनीज विषाक्तता की आवृति

निचली भूमि वाले धान में मैंगनीज विषाक्तता की आवृति बहुत कम होती है। विलयन में मैंगनीज की अधिक सान्द्रता होने पर भी मैंगनीज विषाक्तता सामान्यतः नहीं होती है, क्योंकि धान तुलनात्मक रूप से अधिक मैंगनीज सान्द्रता के प्रति सहनशील होता है। धान की जड़े मैंगनीज को निष्कासित करने में सक्षम होती है एवं धान में उच्च ऊतक–मैंगनीज सान्द्रता की आन्तरिक सहनशीलता अधिक होती है। मृदायें जहॉ मैंगनीज विषाक्तता की आवृति हो सकती है, निम्न हैः–

- अम्लीय ऊपरी भूमि की मृदायें (पीएच मान 5.5 से कम) जिनमें मैंगनीज विषाक्तता प्रायः एलूमिनियम विषाक्तता के साथ होती है (खण्ड 2.17)। निचली भूमि की मृदायें जिनमें सुगम अपचयन योग्य मैंगनीज की अधिक मात्रा हो, एवं अम्लीय सल्फेट मृदायें।
- मैगनीज खनन द्वारा प्रभावित क्षेत्र (उदाहरणः जापान)।

मैंगनीज विषाक्तता प्रबन्धन के लिए बचाव रणनीति

- *बीजोंपचारः* भीत जलवायु में आक्सीजन आपूर्ति बढ़ाकर अंकुरण तथा पौध उद्भवन में सुधार हेतु बीजों पर आक्सीकारकों (उदाहरणः कैल्शियम परआक्साइड) से लेप करें।
- *जल प्रबन्धनः* जब पृष्ठ जल निकास अपनाया जाता है, तो मैंगनीज का अवशोषण बढ़ सकता है।
- *उर्वरक प्रबन्धनः* पोषक तत्वों का तनाव, जो मैंगनीज विषाक्तता का स्रोत है, से बचाव हेतु उर्वरकों (एनपीके अथवा एनपीके चूना) का संतुलित मात्रा में अनुप्रयोग करें। अम्लीय मृदाओं में सक्रिय मैंगनीज की सान्द्रता कम करने के लिए चूने का अनुप्रयोग करें। खराब जल निकास वाली मृदाओं अथवा मैगनीज तथा जैवांश की अधिक सान्द्रता वाली मृदाओं में जैवांश (खाद, पुआल) का अत्यधिक मात्रा में अनुप्रयोग न करें।
- *पुआल प्रबन्धनः* खेत से निष्कासित पोटैशियम एवं सिलिका की पुर्नवीकरण हेतु पुआल अथवा राख का पुनः चक्रण करें। सिलिका की पर्याप्त आपूर्ति, पौधों में मैंगनीज उद्ग्रहण घटाकर (जड़ों के आक्सीकरण को बढ़ाकर) एवं पादप ऊतक में मैगनीज की अत्यधिक मात्रा के प्रति आन्तरिक सहनशीलता को बढ़ाकर धान के पौधों में मैंगनीज विषाक्तता से बचाव करती है।

मैंगनीज विषाक्तता का उपचार

- ऊपरी भूमि की मृदाओं में अम्लता कम करने के लिए चूने का अनुप्रयोग करें।
- सिलिका की कमी के निराकरण हेतु सिलिका धातुमल (1.5-3 टन प्रति हे0) का अनुप्रयोग करें (खण्ड–2.6)।

2.17 एलुमिनियम विषाक्तता

एलुमिनियम विषाक्तता की क्रियाविधि

एलुमिनियम विषाक्तता का मुख्य लक्षण जड़ों की वृद्वि बाधित होना है। पौधों में एलुमिनियम की लम्बे समय तक उपस्थिति, पोषक तत्वों (मैग्नीशियम, कैल्शियम, फास्फोरस) की कमी एवं सूखा के तनाव को प्रेरित करके वायवीय अंगों की वृद्धि बाधित करता है।

एलुमिनियम विषाक्तता के लक्षण एवं वृद्वि पर प्रभाव

पत्तियों पर नारंगी पीला अन्तःशिरा हरीतिमाहीनता, कम मूल़ वृद्वि, छोटे पौधे (परिशिष्टः A-43)।

मृदा

एलुमिनियम संतृप्ति 30% से अधिक मृदा पीएच (जल में) 5.0 से कम तथा मृदा विलयन में 1-2 मिग्रा एलुमिनियम प्रति ली0 से अधिक संभावित एलुमिनियम विषाक्तता को दर्शाता है।

जलमग्नता का एलुमिनियम विषाक्तता पर प्रभाव

एलुमिनियम विषाक्तता ऊपरी भूमि का वायवीय तथा अम्लीय मृदा—दशाओं में प्रमुख प्रतिबंधक है।जलमग्नता होने पर मृदा पीएच बढ़ता है तथा मृदा विलयन में एलुमिनियम सान्द्रता घटता है सामान्यतया एलुमिनियम विषाक्तता के क्रान्तिक स्तर से नीचे पहुॅच जाता है। इन दशाओं में लौह विषाक्तता (खण्डः 2.13) की संभावना एलुमिनियम विषाक्तता की अपेक्षा अधिक होती है।

एलुमिनियम विषाक्तता के कारण

मृदा विलयन में Al^{3+} की अत्यधिक सान्द्रता, कम मृदा पीएच मान (5.0 से कम) होने पर होती है। मृदा विलयन में एलुमिनियम

की सान्द्रता मृदा पीएच तथा उन कार्बनिक एवं अकार्बनिक यौगिकों की सान्द्रता पर निर्भर करती है जो कि एलुमिनियम के साथ संकुल बनाते है।

एलुमिनियम विषाक्तता की आवृति

एलुमिनियम विषाक्तता की आवृति निचली भूमि वाले धान में बहुत कम होती है, केवल कुछ मृदाओं को छोड़कर जिनमें जलमग्नता के बाद मृदा अपचयन बहुत धीरे होता है। एलुमिनियम विषाक्तता निम्न मृदाओं में होती हैः

- अधिक विनिमेय एलुमिनियम की मात्रा वाली अम्लीय, ऊपरी भूमि की मृदाएँ (अल्टीसोल्स, आक्सीसोल)। एलुमिनियम विषाक्तता प्रायः मैंगनीज विषाक्तता के साथ पाई जाती है।(खण्डः 2.16)।
- अम्लीय सल्फेट मृदायें, विशेषकर जब जलमग्नता से कुछ सप्ताह पहले धान को ऊपरी भूमि की फसल के रूप में उगाया जाता है।
- लौह विषाक्तता के लक्षण प्रकट होने से पूर्व जलमग्न मृदाएँ जिनका पीएच मान 4 से कम हो।

एलुमिनियम विषाक्तता प्रबन्धन के लिए बचाव रणनीति

- *प्रजातियॉः* एलुमिनियम सहनशील प्रजातियॉ जैसेः IR43, CO37, एवं बासमती 370 (भारत) अगुलहा एरोज, वरमेल्हो एवं IAC3 (ब्राजील), IRAT109 (Cote d'lvoire) एवं दिनोरेडो (फिलिपिन्स)।
- *फसल प्रबंधनः* धान की रोपाई/बुवाई देर से करें जब जलमग्नता के बाद पीएच मान में पर्याप्त वृद्धि हो जॉय(एलुमिनियम को अचल करने हेतु)

- *जल प्रबन्धन:* अपचयित मृदा दशा को बनाये रखने के लिए फसलों में पर्याप्त जल की आपूर्ति करें। पृष्ठ मृदा को सूखने न दें।
- *उर्वरक प्रबन्धन:* एलुमिनियम विषाक्तता वाली ऊपरी भूमि की अम्लीय मृदाओं पर मैग्नेशियम उर्वरीकरण का विशेष ध्यान रखें (खण्डः 2.7)। चूना पत्थर के रूप में चूना डालना पर्याप्त नहीं हो सकता। इसके स्थान पर डोलोमाईट का अनुप्रयोग, केवल पीएच को ही नहीं बढ़ाता बल्कि मैग्नीशियम की भी आपूर्ति करता है। किसेराईट एवं लैंगबीनाइट की कम मात्रा (50 किग्रा प्रति हे0) का प्रभाव 1000 किलोग्राम चूना पत्थर के समान होता है।

एलुमिनियम विषाक्तता का उपचार

- पीएच को बढ़ाने के लिए 1-3 टन चूना का अनुप्रयोग करें।
- पृष्ठ मृदा में अनुप्रयोग किए गए चूना से कैल्शियम के अधो मृदा में निछालन द्वारा उसकी अम्लता में सुधार करें जिससे कृष्य स्तर से नीचे जड़ों की वृद्धि में सुधार हो।
- अम्लीय, ऊपरी भूमि की मृदाओं पर मृदा अपरदन संग्रहक स्थापित करें एवं फास्फोरस की कमी के निर्वारण हेतु सक्रिय रॉक फास्फेट 1 टन प्रति हे0 की दर से मिलाएँ (खण्ड 2.2)।

2.18 लवणता

लवणता क्षति की क्रियाविधि

मृदा में विलेय लवणों की अत्यधिक मात्रा को लवणता की संज्ञा दी जाती है। इनमें मुख्यतः सोडियम, कैल्शियम, मैग्नीशियम के क्लोराइड एवं सल्फेट आयन होते है। धान की वृद्धि पर लवणता का प्रभाव होता है–

- परासरण प्रभाव (जल तनाव)
- अत्यधिक सोडियम एवं क्लोराइड के उद्ग्रहण का विषाक्त आयनी प्रभाव एवं,
- विरोधी प्रभावों के कारण पोषक तत्व उद्ग्रहण (पोटैशियम, कैल्शियम) में कमी।

धान अकुंरण के समय लवणता के प्रति सहनशील होता है। किन्तु प्रारम्भिक वृद्धि काल (1-2 पत्ती अवस्था) में अति संवेदनशील होता है। कल्ले फूटने एवं तना वृद्धि के समय सहनशील होता है लेकिन फूल आने के समय पुनः संवेदनशील हो जाता है।

लवणता के लक्षण एवं वृद्धि पर प्रभाव

पत्तियों का शीर्ष सफेद एवं छोटा, खेत में असमान वृद्धि (परिशिष्टः A -45)।

धान की वृद्धि में अन्य प्रभावों में सम्मिलित है।

- अकुंरण दर में कमी।
- पादप लम्बाई एवं कल्लों के निर्माण में कमी।
- कम मूल वृद्धि एवं
- पुष्पों की अनुर्वरत में वृद्धि।

मृदा

जलमग्न मृदा में धान उगाने के लिए मृदा विलयन अथवा संतृप्त निष्कर्ष में विद्युत चालकता (ECe) का मापन किया जाता है। प्रक्षेत्र–क्षमता अथवा उससे कम नमी में उगाये गये धान के खेत में मृदा विलयन की वैद्युत चालकता संतृप्त निष्कर्ष की अपेक्षा दुगुनी होती है। लवणता के कारण उपज में कमी का सन्निकट अनुमान इस प्रकार हैः

- विद्युत चालकता < 2 डीएस/मीः 'उत्तम', उपज में कमी नहीं
- विद्युत चालकता > 4 डीएस/मीः उपज में कुछ कमी (10-15%)
- विद्युत चालकता > 6 डीएस/मीः वृद्वि एवं उपज में मध्यम कमी (20-50%)
- विद्युत चालकता > 10 डीएस/मीः संवेदनशील प्रजातियों की उपज में 50% से अधिक कमी

विनिमेय सोडियम प्रतिशत

- विनिमेय सोडियम < 20% : उपज में सार्थक कमी नहीं
- विनिमेय सोडियम 20-40% : उपज में कुछ कमी (10%)
- विनिमेय सोडियम >80% : उपज में 50% कमी

सोडियम अधिशोषण अनुपात

- सोडियम अधिशोषण अनुपात > 15 : क्षारक मृदा (संतृप्त निष्कर्ष में धनायनों के रूप में मापन)

सिंचाई जल

- पीएच 6.5-8, विद्युत चालकता < 0.5 डीएस/मी : उच्च गुणवत्ता

- पीएच 8-8.4, विद्युत चालकता 0.5-2 डीएस/मी : मध्यम से कम गुणवत्ता
- पीएच > 8, विद्युत चालकता >2 डीएस/मी : सिंचाई के लिए अनुपयुक्त
- सोडियम अधिशोषण अनुपात < 15 : उच्च गुणवत्ता, कम सोडियम
- सोडियम अधिशोषण अनुपात 15-25 : मध्यम से कम गुणवत्ता, उच्च सोडियम
- सोडियम अधिशोषण अनुपात > 25 : सिंचाई के लिए अनुपयुक्त, बहुत अधिक सोडियम

जलमग्नता का लवणता पर प्रभाव

जलमग्नता का लवणता पर दो प्रभाव पड़ते हैं:

- लवणों की अधिक विलेयता एवं लौह तथा एलुमिनियम के कम विलेय यौगिकों का विलेय यौगिकों में अपचयन होने से विद्युत चालकता में बढोत्तरी।
- सिंचाई के कारण मृदा का लगातार अंतःस्रवण। यदि सिंचाई जल में वैद्युत चालकता, मृदा विलयन की अपेक्षा अधिक होगी तो मृदा में लवण का सान्द्रता बढ़ जायेगी।

लवणता के कारण

लवणीय मृदाओं में पादप वृद्धि मुख्यतः विलेय लवणों (सोडियम क्लोराइड) की अधिक स्तरों से प्रभावित होता है, जो आयन विषाक्तता, आयन असंतुलन एवं विकृत जल संतुलन को उत्पन्न करता है। क्षारक मृदाओं में पादप वृद्धि मुख्यतः उच्च पीएच एवं उच्च बाइकोर्बोनेट सान्द्रता से प्रभावित होती है।

लवणता अथवा क्षारकता के मुख्य कारणः

- निकृष्ठ सिंचाई पद्धति अथवा कम वर्षा के मौसम/वर्षो में अपर्याप्त सिंचाई जल।
- उच्च वाष्पोत्र्सन।
- भौम जल में लवण स्तर का बढ़ना।
- तटीय क्षेत्रों में लवणीय समुद्रजल का प्रवेश

लवणता की आवृति

लवण प्रभावित मृदाओं को निम्न समूहों में बॉटा जा सकता हैः

- लवणीय मृदायें (विद्युत चालकता >4 डीएस/मी, विनिमेय सोडियम <15%, पीएच <8.5)
- लवणीय क्षारक मृदाएँ (विद्युत चालकता >4 डीएस/मी, विनिमेय सोडियम >15%, पीएच लगभग 8.5), तथा
- क्षारक मृदाएँ (विद्युत चालकता <4 डीएस/मी, विनिमेय सोडियम >15%, पीएच >8.5, सोडियम अधिशोषण अनुपात >15)

लवण प्रभावित मृदाओं के उदाहरण में सम्मिलित हैः

- लवणीय तटीय मृदायें (कई देशों में तटों के साथ वृहद विस्तार)
- लवणीय अम्लीय सल्फेट मृदायें (जैसे मेकोंग डेल्टा, वियतनाम)
- उदासीन से क्षारीय लवणीय, लवणीय क्षारक एवं क्षारक अन्तः देशीय मृदायें (उदाहरण भारत, पाकिस्तान, बांग्लादेश) तथा
- अम्लीय रेतीली लवणीय मृदायें (उत्तरपूर्व थाईलैण्ड का कोरट क्षेत्र)

लवणता प्रबन्धन के लिए बचाव रणनीतिः

लवणता अथवा क्षारकता के प्रबन्धन में कई उपायों का संयोजन सम्मिलित होना चाहिए। मुख्य विकल्पों में निम्न सम्मिलित हैः

- *फसल प्रणालीः* ऊपरी भूमि के धान फसल प्रणाली में यदि पर्याप्त जल सुलभ हो एवं उपयुक्त जलवायु हो तो धान की दो फसली प्रणाली अपनाना चाहिए। लवणीय मृदा में निछालन के बाद ऐसी फसल–प्रणाली जिसमें धान एवं अन्य लवण सहनशील फसलें (उदाहरणः दलहनी जैसे क्लोवर या ढैंचा) हो को कई वर्षो तक अवश्य अपनाना चाहिए।
- *प्रजातियाँः* लवण सहनशील प्रजातियों को उगायें (उदाहरणः पोबेली, इन्डोनेशिया, आईआर 215, वियतनाम, एसी 69-1, श्रीलंका, आईआर 6, पाकिस्तान, सीएसआर 10, भारत, बाईकोल, फिलीपीन्स)।
- *जल प्रबन्धनः* धान बोने से पूर्व खेत को 2-4 सप्ताह तक जलमग्न रखें। क्षारीय सिंचाई जल का उपयोग न करें अथवा क्षारीय एवं अक्षारीय सिंचाई जल स्रोतों से बारी–बारी से सिंचाई करें। धान बोने के बाद समय–समय पर जलमग्नता में अत्यधिक लवणों के निष्कासन के लिए मृदा को निछालित करें। भाुष्क ऋृतु की फसलों में सिंचाई के लिए वर्षा के जल को एकत्र कर संग्रह करें (जैसेः जलाशय की स्थापना द्वारा) तटीय क्षेत्रों में लवणीय जल के प्रवेश को रोकें।
- *उर्वरक प्रबन्धनः* जस्ता की कमी के निवारण हेतु 5-10 किलोग्राम जस्ता प्रति है0 का अनुप्रयोग करें (खण्ड-2.4)। पर्याप्त नाइट्रोजन, फास्फोरस तथा पोटैशियम का अपुप्रयोग करें। पोटाश का अपुप्रयोग महत्वपूर्ण है (खण्ड-2.3) क्योंकि यह पौधों में पोटैशियमःसोडियम, पोटैशियमःमैग्नीशियम तथा पोटैशियमःकैल्शियम का अनुपात बढ़ाता है। अमोनिमय सल्फेट का नाइट्रोजन स्रोत के रूप में उपयोग

करें एवं क्रान्तिक वृद्वि अवस्था में नाइट्रोजन को खड़ी फसल में विखेरकर अनुप्रयोग करें। (खण्ड-2.1) (लवणीय एवं क्षारक मृदाओं में नाइट्रोजन का आधारिक अनुप्रयोग कम प्रभावी होता है)। क्षारक मृदाओं में कैल्शियम द्वारा सोडियम का प्रतिस्थापन (जिप्सम के प्रयोग द्वारा) होने से फास्फोरस की सुलभता कम हो सकती है जिससे फास्फोरस उर्वरक की आवश्यकता बढ़ जाती है।

- *जैवांश प्रबन्धनः* जैवांश सुधारक क्षारक मृदाओं के सुधार को कार्बनडाइआक्साइड का आंशिक दाब बढ़ाकर एवं पीएच घटाकर प्रशस्त करता है। पोटेशियम के पुनः चक्रीकरण हेतु धान के पुआल का अनुप्रयोग करें।

लवणता का उपचार

लवणता के उपचार के लिए विकल्पः

- *लवणीय मृदायें:* लवणता को केवल लवण मुक्त सिंचाई जल से निछालन द्वारा कम किया जा सकता है। चूंकि धान में उथला मूल तन्त्र होता है, केवल पृष्ठ मृदा (0-20 से0मी0) में निछालन की आवश्यकता होती है। लागत, उपयुक्त जल की उपलब्धता, एवं मृदा भौतिकीय एवं जलीय लक्षण निछालन की संम्भाव्यता को निर्धारित करते है। प्रभावित मृदाओं में लवणता के स्तर को कम करने के लिए, सिंचाई जल में वैद्युत चालकता 0.5 डीएस/मी से कम होनी चाहिए। जहॉ उच्च गुणवत्ता का पृष्ठ जल (वैद्युत चालकता लगभग शून्य) उपयोग किया जाता है, किसी विद्युत चालकता को क्रान्तिक स्तर की विद्युत चालकता तक लाने के लिए आवश्यक जल की मात्रा को निम्न प्रकार से आंकलित किया जाता हैः

$A_{iw} = A_{sat}, [(EC_e/EC_c) + 1]$

जहाँ A_{iw} जल का सिंचाई में उपयोग किये गये जल की मात्रा (से0मी0) एवं A_{sat} संतृप्त दशा में मृदा में जल की मात्रा (से0मी0) दर्शाता है।उदाहरण के लिए, मृतिका दोमट मृदा (A_{sat} = 8-9 से0मी0) के ऊपरी 20 से0मी0 में प्रारम्भिक विद्युत चालकता 16 डीएस/मी से 4 डीएस/मी करने लिए लगभग 40 से0मी0 ताजा जल आवश्यक होता है। मृतिका–गठन की मृदाओं से लवणों के निछालन हेतु अधोपृष्ठ जल निकास आवश्यक होता है।

- *क्षारक मृदायें:* मृदा में सोडियम संतृप्ति कम करने के लिए जिप्सम का अनुप्रयोग करें। कल्ले निकलने की अंतिम अवस्था तथा बालियॉ सृजन की अवस्था में पोटाश का पत्तियों पर छिड़काव करें, विशेषतः यदि लवणीय मृदा में कम सहनशील प्रजाति उगाई जा रही हो।

परिशिष्ट

धान का प्रक्षेत्र प्रबन्धन

स्थान–विशेष पोषक तत्व प्रबंधन से अधिकतम लाभ प्राप्त करने के लिये उच्च गुणवत्ता के फसल प्रबंधन की आवश्यकता होती है।

छायाचित्र शीर्षक

(a) समुचित समतल करने से पानी की आवश्यकता कम हो जाती है तथा प्रारंभिक वृद्धि अवस्था में समान वृद्धि होती है।

(b) उच्च अंकुरण दर वाले उच्च–गुणवत्ता के बीज, बीज की आवश्यकता कम करते हैं तथा इससे पौध प्रबल एवं स्वस्थ होती है।

(c) रोपित धान में 1-2 पौध प्रति रोपे के साथ पौध की उपयुक्त उम्र लगभग 14-18 दिन है, जबकि 21 अथवा अधिक दिनों की पुरानी पौध में 2-3 पौध प्रति रोपे की आवश्यकता होती है।

(d) अनुकूल आच्छादन विकास केवल समुचित पौध घनत्व से ही प्राप्त होता है, रोपित धान में रोपे की दूरी 16-23 से0मी0, तथा छिटकवा नम बुवाई धान में 80-120 किग्रा0 बीज प्रति हेक्टेयर के द्वारा।

(e) खरपतवार, धान के पौधों के साथ स्थान, जल तथा पोषक तत्वों के लिये प्रतिस्पर्धा करते हैं तथा इस प्रकार उत्पादन कम करते हैं।

(f) कीटों तथा रोगों का निरीक्षण धन की बचत करता है, क्योंकि कीटनाशकों का प्रयोग, समेकित कीट प्रबन्धन से कम किया जा सकता है।

(g) पत्ती रंग पट्टिका का उपयोग करके नाइट्रोजन की आपूर्ति तथा फसल की माँग का समाकलन, एवं संतुलित पोषक तत्व प्रबन्धन करने से यथा–समय नाइट्रोजन का प्रबन्धन करके फसल को गिरने से बचाया जा सकता है, अतः पौधों की सबलता तथा गिरने के प्रतिरोधन को बढ़ा सकते हैं।

(h) उच्चतम उत्पादन प्राप्त करने के लिये फसल की कटाई का उपयुक्त समय पूर्ण परिपक्वता है, जब बीज कठोर तथा संपूर्णतः भरे होते हैं।

(a)
(b)
(c)
(d)
(e)
(f)
(g)
(h)

पोषक तत्व प्रबन्धन के उपकरणः वंचित क्यारियाँ

मृदा की नैसर्गिक नाइट्रोजन (N) फास्फोरस (P) तथा पोटैशियम (K) आपूर्ति का आकलन क्रमशः शून्य– नाइट्रोजन (0N), शून्य–फास्फोरस (0P) तथा शून्य–पोटैशियम (0K) वंचित क्यारियों से प्राप्त दाना उत्पादन से किया जा सकता है।

छायाचित्र शीर्षक

(a) वंचित क्यारियों (5×5 मी0 आकार) को खेत की लम्बाई में स्थापित करें, किसी कोने में नहीं।

(b) उर्वरक के संदूषण को रोकने के लिए 25 सेमी ऊँची मेड़ बनायें।

(c) दोहरा मेड़ उर्वरक के संदूषण को प्रभावी रूप से कम करता है तथा संपूर्ण ऋतु में मेड़ के रख–रखाव की आवश्यकता होती है।

(d) आदर्शतः क्यारियों की अलग–अलग सिंचाई की जाती है तांकि एक क्यारी का जल दूसरी क्यारी में न जॉय जिससे उर्वरक संदूषण होता है।

(e) किसान के खेत में सुस्थापित शून्य–नाइट्रोजन क्यारी मध्य ऋतु में।

(f) शून्य फास्फोरस (0P) तथा शून्य पोटैशियम (0K) क्यारियों में खड़ी फसल में पर्याप्त तथा समय सुनियोजित नाइट्रोजन उर्वरक का बिखेरना महत्वपूर्ण है तांकि नाइट्रोजन वृद्धि को सीमित न करें।

(g) उत्तम वंचित क्यारी जिसकी फसल वृद्धि में किसान के संलग्न खेत की तुलना में स्पष्ट अंतर है।

(h) पूर्ण परिपक्वता पर, 5 मी^{2} क्षेत्र से सभी पौधे काट लें तथा किनारें की पंक्तियों को छोड़ दें। बालियों से सारे दानों को निकालकर सुखायें तथा उनका भार ज्ञात करें।

(a)
(b)
(c)
(d)
(e)
(f)
(g)
(h)

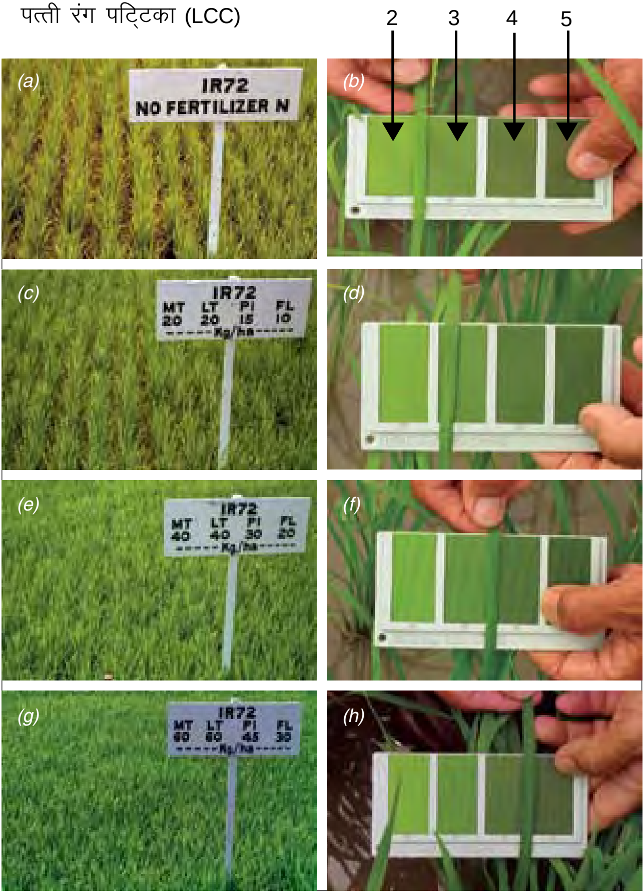
पोषक तत्व प्रबंधन उपकरण: पत्ती रंग पटि्टका (LCC)
फसल ऋतु में नाइट्रोजन उर्वरक के अनुप्रयोग के समय निर्धारण को पत्ती रंग पटि्टका के उपयोग से पौधे के नाइट्रोजन स्तर का आकंलन करके उन्नत कर सकते है।

टिप्पणी:
नए मानक 4 पटि्टका वाले पत्ती रंग पटि्टका की पटि्टाकाएँ 2, 3, 4 तथा 5 संख्या दर्शाती है ताकि क्रान्तिक मान पुराने पत्ती रंग पटि्टका के उपयोग के समतुल्य हो। मानक दूरी पत्ती रंग पटि्टका की धान की अधिकांश प्रजातियों के लिए सारणी 7–9 में वर्णित पत्ती रंगों के समतुल्य पत्ती रंग पटि्टका मान निम्नलिखित है:

- पीला–हरा : पत्ती रंग पटि्टका मान 3.0
- मध्यवर्ती : पत्ती रंग पटि्टका मान 3.5 (3 तथा 4 के मध्य), तथा
- हरा : पत्ती रंग पटि्टका मान 4.0

छायाचित्र शीर्षक
(a) इस खेत में उर्वरक अनुप्रयोग के बिना पौधे नाइट्रोजन अभावग्रस्त दिखते है।
(b) इसकी संपुष्टि पत्ती रंग पटि्टका के माप से हुई, क्योंकि पत्ती का पीला रंग पटटी संख्या 3 से मेल खाता है।
(c), (d) कम उर्वरक नाइट्रोजन दर पर, पौधे अच्छे दिख रहे हैं किन्तु पत्ती रंग पटि्टका का पाठ्यांक कम होना नाइट्रोजन की कमी दर्शाता है।
(e), (f) अधिक उर्वरक दर पर पौधे पूर्ण विकसित दिखते हैं तथा फसल आच्छाद संपूर्ण है, जबकि पत्ती रंग पटि्टका का पाठ्यांक पटि्टका संख्या अथवा 4 के मध्य है, जो अधिकांशत रोपित धान के लिए क्रान्तिक मान है। सार्थक समय नाइट्रोजन प्रबंधन में सामान्यत: रोपित धान में पत्ती रंग 3.5 से कम तथा नम बुवाई धान में 3.0 से कम होने पर उर्वरक नाइट्रोजन का शीघ्र अनुप्रयोग करना चाहिए। निश्चित समय विधि में रोपित धान में पत्ती रंग 3.0 के सन्निकट होने पर तथा नम बुवाई धान में 3.0 से कम होने पर उर्वरक नाइट्रोजन का अपेक्षाकृत अधिक मात्रा अनुप्रयोग करना चाहिए।
(g) बहुत उच्च नाइट्रोजन दर होने पर पौधे गहरे हरे दिखते है। पत्ती रंग बहुत गहरा हरा है तथा पत्ती रंग पटि्टका संख्या 4 से अधिक गहरा है जो नाइट्रोजन को कभी नही होना इंगित करता है।

पत्ती रंग पट्टिका (LCC)



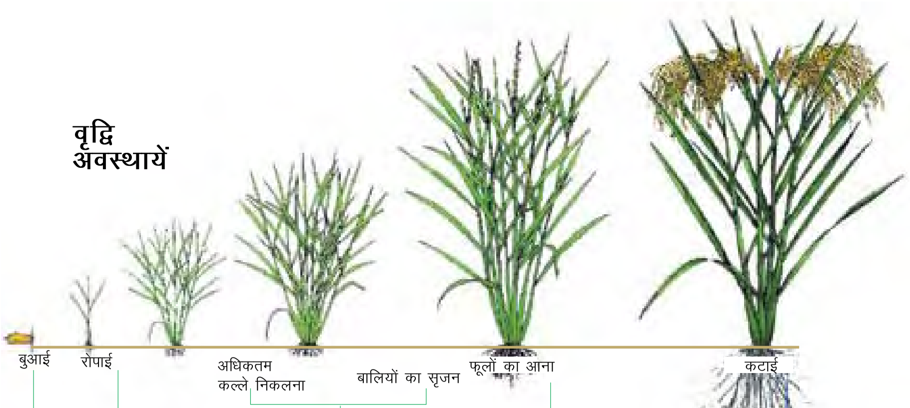
वृद्धि अवस्थायें

प्रसार कार्यकर्ता एवं किसानों को मिलकर यथा समय उर्वरक अनुप्रयोग को व्यवस्थित करने हेतु धान की सर्वाधिक महत्वपूर्ण वृद्धि अवस्थाओं के स्थानीय नामों को पहचानने का प्रयास करना चाहिए।

छायाचित्र शीर्षक

विभिन्न प्रजातियों में वानस्पतिक अवस्था की अवधि भिन्न–भिन्न होती है तथा आधुनिक अधिक उपज वाली प्रजातियों में 30 से 80 दिनों तक होती है। प्रजनन एवं परिपक्वन अवस्था 30-35 दिन की होती है, जो अधिकांश प्रजातियों के लिए समान है। पत्ती रंग पट्टिका का उपयोग करते हुए, अधिकांश नाइट्रोजन उर्वरक का अनुप्रयोग 2-3 विभाजित अनुप्रयोग में प्रारंभिक कल्ले निकलने तथा बालियों के सृजन के बीच करना चाहिए। अधिक उत्पादन ऋतु अथवा संकर धान में नाइट्रोजन का देर से अनुप्रयोग बालियों के निकलने से प्रथम फूल आने तक किया जा सकता है। फूल आने से कटाई तक लगभग 30 दिन लगते है। अतः सिंचित धान में प्रजाति के अनुसार बुवाई से कटाई तक 90 से 160 दिन लगते है।

वृद्धि अवस्थायें



वृद्धि अवस्थायें	वानस्पतिक अवस्था	पुनः प्रजनन अवस्था	कटाई की अवस्था
अवधि	विभिन्न (प्रजाति के अनुसार)	35 दिन	30 दिन

- विभिन्न प्रजातियों में वानस्पतिक अवस्था की अवधि भिन्न–भिन्न होती है
- प्रजनन एवं परिपक्वन अवस्था 30-35 दिन की होती है, जो अधिकांश प्रजातियों के लिए समान है।
- आधुनिक अधिक उपज वाली प्रजातियों में 30 से 80 दिनों तक होती है।
- फूल आने से कटाई तक लगभग 30 दिन लगते है।
- सिंचित धान में प्रजाति के अनुसार बुवाई से कटाई तक 90 से 160 दिन लगते है।

धान में पोषक तत्वों की कमी के पहचान हेतु निदानिक कुंजी

पहले पुरानी पत्तियों पर केन्द्रित				पहले नयी पत्तियों पर केन्द्रित	
हल्की हरी, संकरी, छोटी पत्तियाँ	गहरी हरी, संकरी, खड़ी पत्तियाँ	हरी से गहरी हरी पत्तियाँ हरितिमाहीन मृत ऊतक पत्ती के किनारे भूरे मृत ऊतक धब्बे हरी पीली समानान्तर धारियाँ पत्तियों का घुमावदार होना	नारंगी–पीला अन्तरशिरा हरितिमाहीनता, धब्बे युक्त संपूर्ण पीला रंग धब्बा युक्त हरा रंग (धारी रहित)	कोमल, झुकी पत्तियाँ एवं तना	हल्की हरी, पीली पत्तियाँ हरितिमाहीन ऊपरी पत्तियाँ पूरा पौधा प्रभावित लेकिन, ऊपरी पत्तियाँ पहले प्रभावित
बौने पौधे कम कम कल्ले निकलना	बौने पौधे कम कल्ले निकलना	छोटे पौधे		बौने पौध कम कल्ले निकलना	बौने पौधे कम कल्ले निकलना
पूरा खेत पीला दिखता है शीघ्र परिपक्वता	देर से परिपक्वता	शीघ्र सूखना तथा परिपक्वता अस्वस्थ जड़ तंत्र रोगों का अधिक प्रकोप	अस्वस्थ मूल तंत्र	खेत में असमान विरल वृद्वि	देर से परिपक्वता
N	**P**	**K**	**Mg**	**Zn**	**S**

धान में पोषक तत्वों की कमी के पहचान हेतु निदानिक कुंजी

पहले नयी पत्तियों पर केन्द्रित				केन्द्रित लक्षण नहीं	
हरितिमाहीन मृत ऊतक विभाजित अथवा धूमे हुए पत्ती के शीर्ष अत्यधिक कमी में लक्षण प्रकट होते है	उद्भवी पत्तियों में अन्तरशिरा पीलापन तथा हरितिमाहीनता पत्तियों में हरा रंग (क्लोरोफिल) की कम मात्रा बाद में पूरी पत्ती हरितिमाहीन अथवा सफेद	नयी पत्तियों के शीर्ष पर पीली धूसर हरी अन्तरशिरा हरितिमाहीनता मृत–ऊतक धब्बे	हरितिमाहीन धारियां नीली–हरी पत्तियाँ नयी पत्तियों का सूखना	नयी पत्तियों के सफेद, मुड़े हुए शीर्ष गंभीर स्थिति में वृद्वि बिन्दु मृत	कोमल, झुकी हुई पत्तियाँ
		छोटे पौधे	कम कल्ले निकलना	पौधे की कम ऊँचाई	
अस्वस्थ मूल तंत्र सिंचित धान में अत्यंत कम	केवल शुष्क मृदा में सिंचित धान में अत्यंत कम	केवल शुष्क मृदा में सिंचित धान में अत्यंत कम	बालियों की अनुर्वरता में बढ़ोत्तरी	बालियाँ नहीं निकलती हैं सिंचित धान में अत्यंत कम	फसल का गिरना रोगों का अधिक प्रकोप
Ca	**Fe**	**Mn**	**Cu**	**B**	**Si**

नाइट्रोजन की कमी के लक्षण

बौने, पीले पौधे। पुरानी पत्तियाँ या पूरे पौधे पीले–हरे।

पुरानी पत्तियाँ तथा कभी–कभी सभी पत्तियाँ हल्की हरी एवं शीर्ष पर हरितिमाहीन हो जाती है। अत्यधिक नाइट्रोजन की कमी में पत्तियाँ मर जाती हैं। नयी पत्तियों को छोड़कर जो हरी रहती हैं, अन्य पत्तियाँ संकरी, छोटी, खड़ी तथा नीबू जैसी पीली–हरी हो जाती है। पूरा खेत पीला दिखने लगता है। नाइट्रोजन की कमी प्रायः क्रान्तिक वृद्धि अवस्थाओं जैसे कल्ले निकलना तथा बालियों के सृजन के समय में होती है जब इस तत्व की मांग अधिक होती है। नाइट्रोजन के कमी से कल्ले कम निकलते है, पत्तियाँ छोटी हो जाती है, तथा पौधे छोटे होते हैं। दानों की संख्या कम हो जाती है। नाइट्रोजन की कमी के दृश्य लक्षण, गंधक की कमी के लक्षणों से भ्रमित होते हैं (खण्ड 2.5) किन्तु गंधक की कमी की आवृति सामान्यतः कम होती है तथा पहले नई पत्तियों को अथवा पौधों के सभी पत्तियों को प्रभावित करती है।

छायाचित्र शीर्षक

(a) उर्वरक रहित क्यारी में पत्तियाँ पीली हरी है, क्योंकि उर्वरक का अनुप्रयोग नहीं हुआ है।

(b) नाइट्रोजन की कमी वाले पौधों में पत्तियाँ हल्की हरी, संकरी और छोटी हैं।

(c) जहॉ नाइट्रोजन की कमी है, कल्ले कम है।

(d) जहॉ नाइट्रोजन उर्वरक का अनुप्रयोग किया गया हैं वहॉ कल्ले अधिक हैं।

(a)
(b)
(c)
IR72
NO FERTILIZER N
(d)
IR72
MT LT PI FL
40 40 30 20
-----Kg/ha-----

फास्फोरस की कमी के लक्षण

खड़ी पत्तियाँ तथा कम कल्लों के साथ बौने गहरे हरे पौधे।

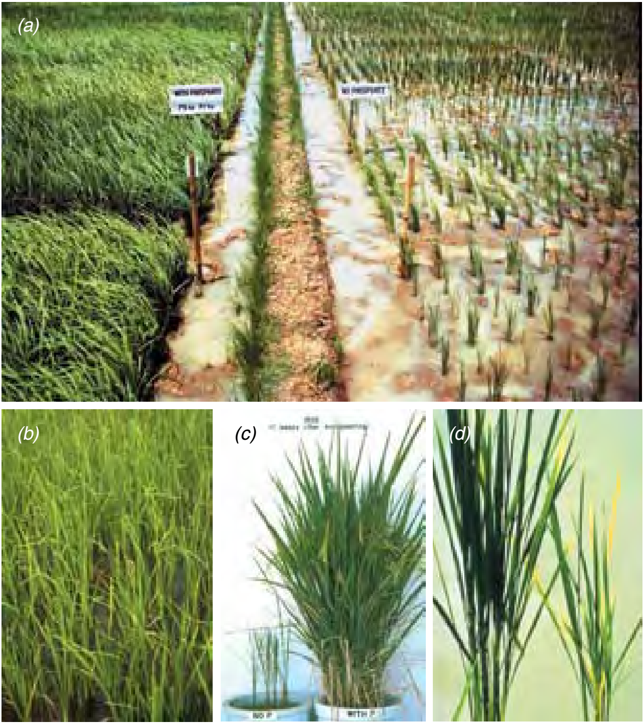
फास्फोरस अभावग्रस्त पौधे बौने हो जाते हैं तथा उनमें कल्ले कम निकलते है। पत्तियाँ संकरी, छोटी, बिल्कुल खड़ी और "धुंधली" गहरी हरी होती हैं। तना पतला तथा शंकु के आकार का होता है एवं पौधे का विकास बाधित हो जाता है। पत्तियों, बालियाँ तथा प्रति बाली दानों की संख्या भी कम हो जाती है। नयी पत्तियाँ स्वस्थ्य दिखती हैं लेकिन पुरानी पत्तियाँ भूरी होकर मर जाती हैं। परिपक्वता विलम्ब से होती है (प्रायः 1 अथवा अधिक सप्ताह) जब फास्फोरस का अभाव गंभीर हो, तो पौधे में पुष्पन नहीं होता। यदि प्रजाति में एन्थोसाइनिन उत्पन्न करने की प्रवृति हो तो पत्तियों में लाल तथा लाल–बैगंनी रंग आ जाता है। यदि फास्फोरस तथा नाइट्रोजन की कमी एक साथ हो तो पत्तियाँ पीली–हरी हो जाती हैं (खण्ड 2.1)। फास्फोरस की मध्यम कमी को खेत में पहचानना कठिन है। फास्फोरस की कमी प्रायः अन्य पोषक तत्वों की अनियमितता से संबंधित होती है जैसे कम पीएच पर लौह विषाक्तता (खण्ड 2.13), जस्ता की कमी (खण्ड 2.4), लौह की कमी (खण्ड 2.9) तथा क्षारीय मृदा में लवणता (खण्ड 2.18)।

छायाचित्र शीर्षक

(a) जहॉ फास्फोरस की कमी है कल्ले कम निकलते है।

(b) यहॉ तक कि कम स्पष्ट फास्फोरस की कमी में भी, तना पतला, शंकु के आकार का हो जाता है एवं पौधे का विकास बाधित हो जाता है।

(c),(d) सामान्य पौधे की तुलना में पौधे बौने, छोटे और सीधे खड़े होते हैं।


(a)
(b)
(c)
(d)

पौटेषियम की कमी के लक्षण

गहरे हरे पौधों की पत्तियों के किनारे पीले भूरे होते हैं अथवा गहरे भूरे मृत ऊतक धब्बे पहले पत्तियों के शीर्ष पर प्रकट होते हैं।

पौटेशियम की अत्यधिक कमी में, पत्तियों के शीर्ष पीले–भूरे हो जाते है। लक्षण पहले पुरानी पत्तियों पर प्रकट होते हैं, फिर पत्तियों के किनारों पर, तथा अंततः पत्ती के आधार पर प्रकट होते हैं। ऊपरी पत्तियाँ छोटी, झुकी हुई तथा "धुंधली" गहरी हरी होती हैं। पुरानी पत्तियाँ पीले से भूरे में परिवर्तित होती हैं, तथा, यदि कमी का निराकरण नहीं किया गया तो पर्णहीनता धीरे–धीरे नयी पत्तियों पर भी आ जाता है। पत्ती के किनारे एवं शीर्ष सूख सकते हैं। पत्ती की अन्तरशिराओं पर पीली धारियॅा प्रकट हो सकती हैं तथा निचली पत्तियाँ झुक जाती हैं। पौटेशियम की कमी में पत्ती के लक्षण (मुख्यतः पत्ती के किनारों पर पीला भूरा रंग प्रकट होना) टुंगरू विषाणु (वायरस) रोग के समान होते हैं। हालांकि, पौटेशियम की कमी के विपरीत टुंगरू की आवृति खेत में स्थान–स्थान पर होती है, पूरे खेत को प्रभावित करने के बजाय यह रोग एकल रोपे को प्रभावित करता है। जब पौटेशियम की कमी अत्यधिक होती है, तो पुरानी पत्तियों के शीर्ष पर भूरे धब्बे प्रकट हो जाते है जो बाद में पूरी पत्ती पर फैल जाते हैं, तथा फिर भूरे होकर सूख जाते हैं। बालियों पर अनियमित ऊतक धब्बे भी प्रकट हो सकते हैं।

छायाचित्र शीर्षक

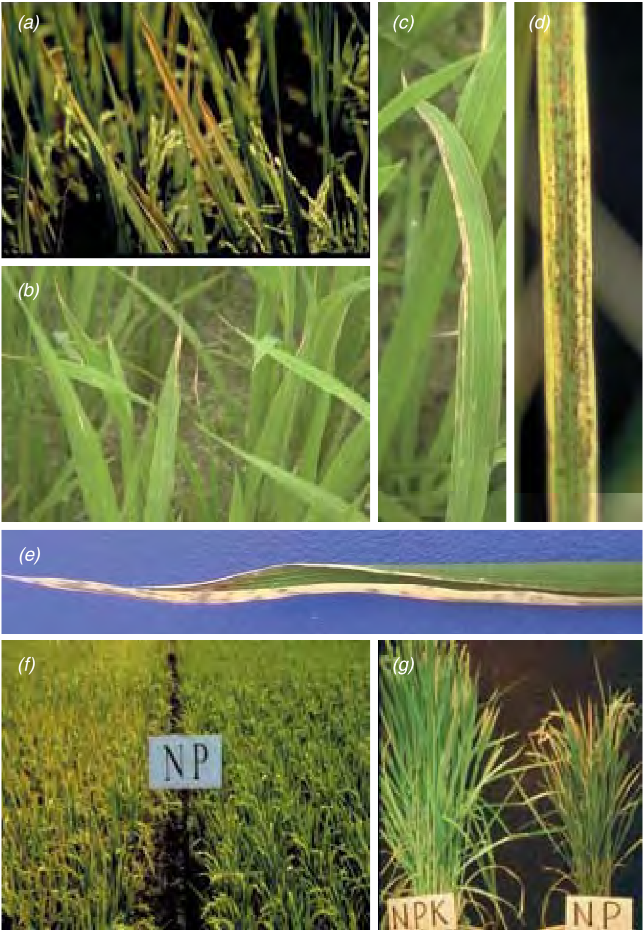
(a), (b), (c) पौटेशियम की कमी से पत्ती के शीर्ष तथा किनारे पीले भूरे होकर सूख जाते हैं।

(d) पौधे कीटों तथा बीमारियों के लिए अधिक संवेदनशील होते हैं तथा द्वितीय संक्रमण सामान्य हैं।

(e) पत्ती घुमावदार हो सकती हैं।

(f) संकर धान अधिक जैव द्रव्य उत्पादन करता है, इसलिए इसे अंतःप्रजनित धान से अधिक पौटेशियम की आवश्यकता होती है। अतः पौटेशियम की कमी के लक्षण अन्तःप्रजनित धान (दाहिने) से पहले संकर धान (बायें) में प्रकट होते है।

(g) पौटेशियम की अनुपस्थिति में पौधे की वृद्वि प्रतिबंधित हो जाती है।


(a)
(b)
(c)
(d)
(e)
(f)
NP
(g)
NPK
NP

जस्ता की कमी के लक्षण

रोपाई से 2–4 सप्ताह के बाद बौने पौधों की निचली पत्तियाँ धुंधले भूरे घब्बों तथा धारियों के साथ घुमावदार तथा शुष्क हो जाती है।

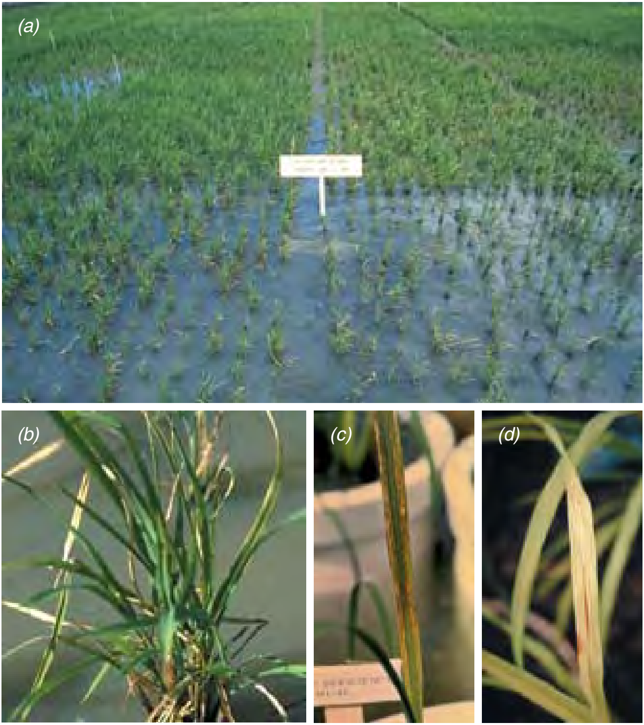
रोपाई के 2–4 सप्ताह बाद लक्षण दिखाई देते हैं, खेत में पौधों की असमान वृद्धि तथा कहीं–कहीं रोपों को खराब अवस्थापन के साथ। लेकिन फसल बिना किसी हस्तक्षेप के पुर्नप्राप्ति कर सकती है। जस्ता की गंभीर कमी होने पर कल्ले कम निकलते हैं अथवा बिल्कुल नहीं निकलते, तथा फसल देर से पकती है। जस्ता की कमी फूलों की अनुर्वरता बढ़ा सकती है। नयी पत्तियों की मध्यशिरा, मुख्यतः पर्णाधार के समीप हरितिमाहीन हो जाती है। पत्तियों का तनाव समाप्त हो जाता है तथा निचली पत्तियों में भूरे धब्बें धारियाँ प्रकट होती हैं जो बड़ी होकर आपस में मिल जाती है। कभी–कभी मध्यशिरा के साथ एक सफेद धारी प्रकट हो जाती है। पौधे की वृद्धि बौनी हो जाती है तथा पर्ण फलक का आकार छोटा हो जाता है। जापान में धान में जस्ता की कमी ''अकागारे टाइप दो'' अनियमिता का कारण है।

छायाचित्र शीर्षक

(a) छोटे पौध वृद्धि के साथ असमान खेत (पूर्वभूमि)

(b) कल्ले कम निकलते हैं, पत्तियाँ झुक जाती है तथा सूख जाती है।

(c), (d) धुंधले भूरे धब्बे तथा धारियाँ प्रकट हो जाती हैं।


(a)
(b)
(c)
(d)

गंधक की कमी के लक्षण

पीले–हरे पौधे, हल्की हरे–रंग की नयी पत्तियाँ।

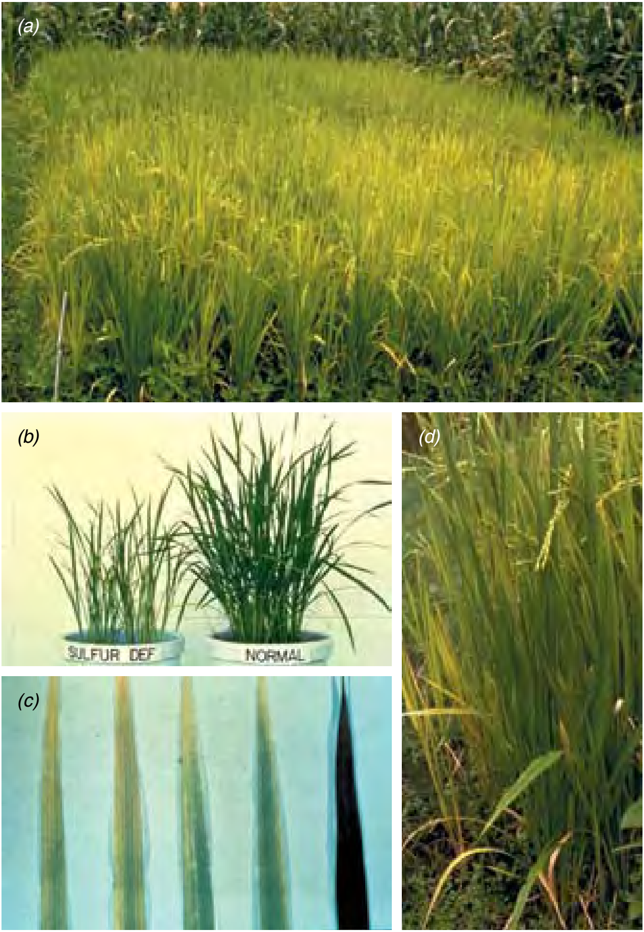
नाइट्रोजन की कमी के विपरीत (खण्ड 2.1), जहॉ पुरानी पत्तियाँ सर्वप्रथम प्रभावित होती हैं, गंधक की कमी होने पर पूरे पौधे में पीलापन हो जाता है तथा हरितिमाहीनता मुख्यतः नयी पत्तियों में होती हैं, जिनके शीर्ष ऊतकक्षयी हो जाते हैं। जबकि यहॉ पौधे में नाइट्रोजन की कमी की तरह निचली पत्तियों में ऊतकक्षय नहीं होता है। नाइट्रोजन की कमी की तुलना में गंधक की कमी से पत्तियाँ अधिक पीली होती हैं, चूँकि गंधक की कमी का प्रभाव फसल उत्पादन पर शाकीय वृद्धि के समय अधिक होता है, लक्षणों की पहचान और निराकरण शीघ्र किया जाना चाहिए। गंधक की कमी का निदान प्रायः ठीक तरह से नहीं होता है, क्योंकि कभी–कभी पत्ती के लक्षणों से नाइट्रोजन की कमी का भ्रम होता हैं। अन्य लक्षण तथा वृद्धि पर प्रभाव हैः

- पौधे की ऊँचाई में कमी एवं बाधित वृद्धि।
- कल्लों की कम संख्या।
- पौधे का विकास एवं परिपक्वता में 1–2 सप्ताह का विलम्ब।

छायाचित्र शीर्षक

(a),(b) नवनिर्मित पत्तियों में पीलापन के कारण पूरा पत्ती आच्छादन पीला दिखाई देता हैं, तथा पौधे की ऊँचाई एवं कल्ले कम होते हैं।

(c),(d) हरितिमाहीनता मुख्यतः नयी पत्तियों में होती है, जहॉ पत्ती के शीर्ष ऊतकक्षयी हो जाते है।


(a)
(b)
SULFUR DEF
NORMAL
(c)
(d)

सिलिकान की कमी के लक्षण

कोमल, झुकी हुई पत्तियाँ तथा तने।

पत्तियाँ कोमल तथा झुकी हुई होती है। इससे पारस्परिक छायापन बढ़ जाता है जो प्रकाश संश्लेषण सक्रियता कम कर देता है, तथा परिणामतः उपज कम हो जाती है। पादप रोग जैसे– झोंका (पाइरीकुलेरिया ओराइजी द्वारा जनित) अथवा भूरा धब्बा (हेल्मीन्थोस्पोरियम ओराइजी द्वारा जनित) की आवृति बढ़ जाती है। सिलिकान की गंभीर कमी से बालियों की प्रति मी^{2} संख्या तथा प्रति बाली दानों की संख्या कम हो जाती है। सिलिकान की कमी में पौधे गिरने के लिए संवेदनशील होते है।

छायाचित्र शीर्षक

(a) रोग जैसे बाइपोलारिस ओराइजी के लिए कम प्रतिरोधन।

(b) सामान्य धान के पौधे (दाएँ) की तुलना में झुकी हुई पत्तियाँ (बाएँ)

(c) पत्तियों पर भूरे धब्बे।

(a)
(b)
(c)

मैग्नीषियम की कमी के लक्षण

पुरानी पत्तियों पर नारंगी–पीला अन्तरशिरा हरितिमाहीनता।

मैग्नीशियम की कमी होने पर पौधे पीले–रंग के हो जाते हैं, जिनमें अन्तरशिरा हरितिमाहीनता पहले पुरानी पत्तियों पर और बाद में मैग्नीशियम की कमी अत्यधिक होने पर नयी पत्तियों पर दिखाई देती हैं। हरा रंग "मनका की श्रंखला" जैसा दिखने लगता है जबकि पोटैशियम की कमी में पत्ती में हरी तथा पीली धारियॉ समानान्तर चलती हैं (खण्ड 2.3)। अत्यधिक कमी की दशा में हरितिमाहीनता पीलापन में परिवर्तित हो जाती है तथा अन्ततः पुरानी पत्तियों में ऊतकक्षय हो जाता है। मैग्नीशियम की कमी के अन्य लक्षण हैः

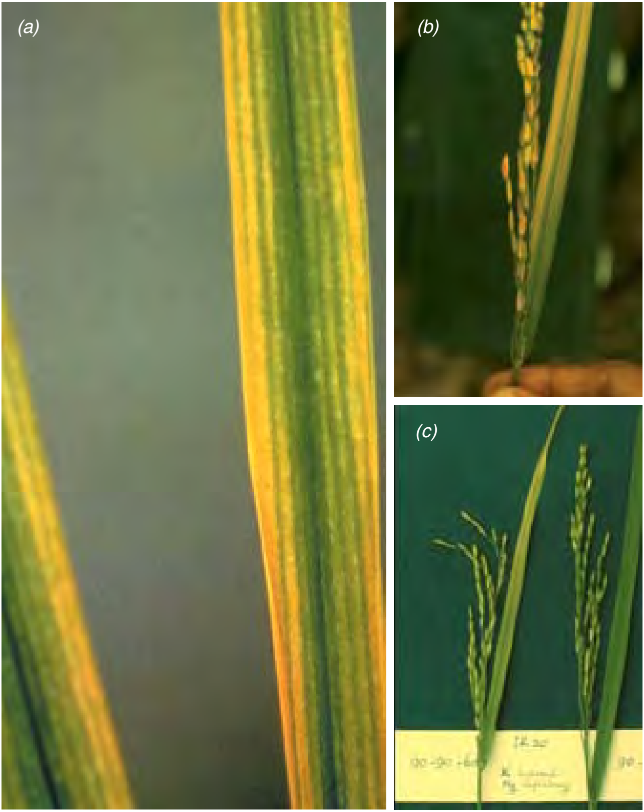
- बालियों की कम संख्या तथा 1000–दाना भार में गिरावट।
- दानों के गुणवत्ता में कमी (प्रतिशत चावल (कुटा हुआ), प्रोटीन तथा स्टार्च की मात्रा)।
- मैग्नीशियम बहुपोषक तत्वीय तनाव, जिसमें K, P, Ca तथा Mg लिप्त हों, का एक प्रतिभागी हो तो, लौह विषाक्तता अधिक गंभीर होती है।

छायाचित्र शीर्षक

(a) नारंगी–पीला अन्तरशिरा हरितिमाहीनता सामान्यतः पुरानी पत्तियों पर पहले दिखाई देता है।

(b) हरितिमाहीनता "ध्वज पत्ती" में भी हो सकती है।

(c) न्यून मैग्नीशियम स्तर की मृदाओं में अत्यधिक पोटैशियम के अनुप्रयोग से भी मैग्नीशियम की कमी प्रेरित होती है।


(a)
(b)
(c)

कैल्शियम की कमी के लक्षण

नयी पत्तियों पर हरितिमाहीन ऊतकक्षयी विभाजन अथवा घुमावदार शीर्ष।

कैल्शियम की अत्यधिक कमी होने पर ही प्रायः लक्षण दिखाई देते है (उदाहरणार्थ, गमलों में परीक्षण तथा मृदा परिक्षय परीक्षण)। सबसे नयी पत्तियों के शीर्ष सफेद (रंगहीन), घुमावदार तथा मुड़े हुए हो जाते है। पत्ती के पार्श्व किनारे पर मृत ऊतक विकसित होते है, अतएव पुरानी पत्तियाॅ अंततः भूरी होकर मर जाती है। कैल्शियम की कमी, बोरान की कमी जैसी प्रतीत होती है (खण्ड 2.12)। अतएव लक्षणों की सही पहचान के लिये पादप ऊतक विश्लेषण आवश्यक होता है। कैल्शियम की अत्यधिक कमी न हो तो पौधे के सामान्य रूप में कोई परिवर्तन नहीं होता है। अत्यधिक कमी से बौनापन हो जाता है तथा वृद्विरत भाग की मृत्यु हो जाती है।

छायाचित्र शीर्षक

(a), (b) केवल कैल्शियम की अत्यधिक कमी होने पर ही लक्षण प्रकट होते है।
जब सबसे नयी पत्तियों के शीर्ष हरितिमाहीन सफेद हो जाते है।

(a)
(b)

लौह कमी के लक्षण

नवजात पत्तियों में अन्तरशिरा पीलापन तथा हरितिमाहीनता।

पूरी पत्ती हरितिमाहीन तथा बहुत पीली हो जाती है। पूरा पौधा हरितिमाहीन हो जाता है तथा यदि लौह की कमी अत्यधिक हो तो मर जाता है। शुष्क मृदा में लौह की कमी बहुत महत्वपूर्ण है परन्तु प्रायः बुवाई के एक महीने बाद ठीक हो जाती है। लौह की कमी से शुष्क पदार्थ उत्पादन में कमी, पत्तियों में हरितिमा (क्लोरोफिल) की कमी, तथा शर्करा उपापचय में लिप्त विकरों की सक्रियता में कमी हो जाती है।

छायाचित्र शीर्षक

(a) लौह की कमी मुख्यतः ऊपरी भूमि की मृदा की समस्या है।

(b) नवजात पत्तियों में अन्तरशिरा पीलापन।

(c) यदि लौह की अत्यधिक कमी हो तो पौधे बौने हो जाते हैं एवं पत्तियाॅ संकरी हो जाती है (बायें)।

(a)

(b)

(b)

मैंगनीज की कमी के लक्षण

नयी पत्तियों के शीर्ष से अन्तरशिरा हरितिमाहीनता प्रारंभ होती है।

पीला–घूसर हरा अन्तरशिरा हरितिमाहीनता पत्ती के शीर्ष से आधार तक फैलता है। ऊतकक्षयी भूरे धब्बे बाद में विकसित होते है, तथा पत्ती गहरी भूरी हो जाती है। नवजात पत्तियॉ छोटी, संकरी एवं हल्के हरे रंग की होती है। कल्ले निकलते समय अभावग्रस्त पौधे छोटे होते है, कम पत्तियॉ होती है, भार कम होता है तथा उपयुक्त मैंगनीज आपूर्ति वाले पौधों की तुलना में मूल तंत्र छोटा होता है। पौधे छोटे होते है लेकिन कल्लों का निकलना प्रभावित नहीं होता है। प्रभावित पौधे भूरा धब्बा रोग (हेल्मिथोस्पोरियम ओराइजी के कारण) के लिए अधिक संवेदनशील होते है। मैंगनीज अभावग्रस्त धान के पौधों में प्रायः फास्फोरस की कमी भी होती है। उन मृदाओं में जिनमें मैंगनीज की कमी तथा लौह विषाक्तता दोनें ही हो, तो मैंगनीज अभावग्रस्त धान के पौधों में लौह की अधिक सान्द्रता पायी जाती है, तथा कॉसापन के लक्षण दर्शाता है (खण्ड 2.13)।

छायाचित्र शीर्षक

(a) प्रायः ऊपरी भूमि तथा न्यून मैंगनीज स्तर की जैव मृदाओं में उगाये हुये धान में कमी होती है।

(b), (c) पत्तियॉ अन्तरशिरा हरितिमाहीनता से प्रभावित होती है जो कि नयी पत्तियों के शीर्ष पर दिखायी देता है।

(a)
(b)
(c)

तॉबा की कमी के लक्षण

हरितिमाहीन धारियॉ, नीली–हरी पत्तियॉ, जो शीर्ष पर हरितिमाहीन हो जाती है।

तॉबा की कमी से पत्तियों में पहले मध्यशिरा के दोनों ओर हरितिमाहीन धारियॉ प्रकट होती है, तथा बाद में पत्ती के शीर्ष पर गहरे भूरे ऊतकक्षयी धब्बे प्रकट होते है। नयी पत्तियॉ खुलती नहीं है तथा पत्ती का शीर्ष सूई जैसा दिखाई देता है, जबकि पत्ती का आधार सामान्य दिखाई देता है। कल्ले निकलना कम हो जाता है। तॉबा की कमी से परागकणों की सजीवता कम हो जाती है, जिससे फूलों की अनुर्वरता बढ़ जाती है और दाने बिना भरे रह जाते है (उपज संघटक विश्लेषण से ज्ञात होता है)। मृदा विलयन से तॉबा का अवशोषण जस्ता के द्वारा बाधित होता है तथा इसके विपरीत तॉबा द्वारा जस्ता का अवशोषण भी बाधित होता है।

छायाचित्र शीर्षक

(a) कमी प्रायः जैव मृदाओं में होती है।

(b) नयी पत्तियों के शीर्ष पर हरितिमाहीन धारियॉ तथा गहरे भूरे ऊतकक्षयी धब्बे विकसित हो जाते हैं।

(c) नयी पत्तियॉ सूई जैसी दिखाई देती है।

कॉपर

धान में पोषक तत्वों की विषाक्तता की पहचान के लिये निदानी कुंजी

Fe	B	Mn	लवणता
पहले पुरानी पत्तियों पर केन्द्रित			
निचली पत्तियों पर शीर्ष से प्रारंभ होकर सूक्ष्म भूरे धब्बे अन्तरशिराओं पर धब्बों का संयोग पत्तियों नारंगी–पीली अथवा भूरी हो जाती हैं। पत्तियों मर जाती हैं संकरी पत्तियां	पत्ती के भूरे शीर्ष का सूखना पत्तियों पर गहरे भूरे अंडाकार धब्बे	निचली पत्तियों के फलक की शिराओं तथा पर्णवृन्त पर भूरे धब्बे बुवाई के 8 सप्ताह बाद पत्ती के सूखे शीर्ष नयी पत्तियों पर भी लोहा की कमी के समान लक्षण	पत्ती के सफेद शीर्ष
बौनी वृद्धि कम कल्ले निकलते हैं	शुष्क एवं अर्द्धशुष्क क्षेत्रों में बोरान–समृद्ध सिंचाई जल कुछ तटीय लवणीय मृदायें	बौनी वृद्धि कम कल्ले अनुर्वरता	बौनी वृद्धि और कम कल्ले, खेत में असमान वृद्धि
जड़ों पर काली लेप सतत जलमग्नता में प्रायः अन्य पोषक तत्वों की कमी से संबंधित		अम्लीय ऊपरी भूमि मृदायें अम्लीय / सल्फेट मृदायें सिंचित धान में बहुत कम	लवणीय तटीय मृदायें लवणीय अम्लीय सल्फेट मृदायें, लवणीय क्षारीय तथा क्षारीय क्षारीय अंतःदेशीय मृदायें अम्लीय बलुई लवणीय मृदायें

धान में पोषक तत्वों की विषाक्तता की पहचान के लिये निदानी कुंजी

पहले पुरानी पत्तियों पर केन्द्रित	केन्द्रित लक्षण नहीं
पत्ती के लक्षण लोहा की कमी के समान	अन्तरशिराओं पर पीले–सफेद धब्बे पत्ती का शीर्ष मृत होना पत्ती के किनारों का जलना नारंगी –पीली अन्तरशिराएं
	बौनी वृद्धि लेकिन कभी–कभी कल्लों की संख्या सामान्य
काली जड़ें क्षीण मूल तंत्र, रोगों में वृद्धि, केवल न्यून लोह मृदाआके पर	संवेदनशील प्रजातियों की छोटी और विकृत जड़ें प्रायः अम्लीय ऊपरी भूमि की मृदाओं पर 4 से कम पीएच मान की जलमग्न मृदायें
सल्फाइड	**Al**

लौह विषाक्तता के लक्षण

निचली पत्तियों पर शीर्ष से प्रारंभ होकर सूक्ष्म भूरे धब्बे अथवा संपूर्ण पत्तियाँ नारंगी–पीली से भूरी। जड़ों की सतह पर काली लेप।

प्रथम लक्षण रोपाई के एक–दो सप्ताह (लेकिन कभी–कभी दो माह से अधिक) बाद दिखाई देते है। सर्वप्रथम निचली पत्तियों पर सूक्ष्म भूरे धब्बे दिखाई देते हैं जो पत्ती के शीर्ष से प्रारंभ होकर पत्ती के आधार तक फैल जाते है। बाद में, धब्बे अन्तरशिराओं पर परस्पर मिल जाते है तथा पत्तियाँ नारंगी–भूरी होकर मर जाती है।पत्तियाँ संकरी परन्तु प्रायः हरी रहती है। जहाँ अत्यधिक लौह विषाक्तता हो वहाँ पत्तियाँ बैंगनी–भूरी दिखाई देती है। कुछ प्रजातियों में, पत्ती के शीर्ष पीले हो जाते है तथा उसके बाद सूख जाते है। धान के पौधे प्रारंभ वृद्वि अवस्थाओं में लौह विषाक्तता के लिये अधिक संवेदनशील होते हैं, क्योंकि जड़ों की आक्सीकरण क्षमता कम होती है। लौह विषाक्तता के अन्य लक्षण हैः

- बौनी वृद्वि एवं बहुत कम कल्ले।
- जड़ों पर गहरी भूरी से काली लेप के साथ मोटी, विरल तथा क्षतिग्रस्त मूल तंत्र एवं कई मृत जड़े। ताजा उखाड़े गये धान के रोपे में प्रायः अधिक काली जड़ों (लौह आक्साइड लेप) के साथ क्षीण मूल तंत्र (लौह सल्फाइड द्वारा रंजित) होता है। इसके विपरीत, स्वस्थ्य जड़ों पर लौह आक्साइड एवं हाइड्राक्साइड की नारंगी– भूरी एक समान लेप की चिकनी कवच होती है।

छायाचित्र शीर्षक

(a) सूक्ष्म भूरे धब्बे पत्ती के शीर्ष से प्रारंभ होकर पत्ती के आधार तक फैल जाते है।
(b) पत्तियाँ नारंगी–भूरी होकर मर जाती है।
(c) लक्षण सर्वप्रथम पुरानी पत्तियों पर दिखाई देते है।
(d) अत्यधिक लौह विषाक्तता में, पत्ती की पूरी सतह प्रभावित होती है।
(e) स्वस्थ्य पौधें (दायें) की तुलना में पत्ती का कॉसापन (बायें)।

(a)
(b)
(c)
(d)
(e)

सल्फाइड विषाक्तता के लक्षण

नवजात पत्तियों में अन्तरशिरा हरितिमाहीनता। मोटी, विरल तथा काली जड़ें।

पत्ती पर सल्फाइड विषाक्तता के लक्षण, लौह की कमी से होने वाली हरितिमाहीनता के समान होते है (खण्ड 2.9)। अन्य निदानी लक्षण संबंधी मानदण्ड लौह विषाक्तता के समान होते है (लेकिन लौह विषाक्तता के दृश्य पत्ती लक्षण भिन्न होते है, खण्ड 2.13):

- मोटी, विरल तथा गहरा भूरा से काला मूल तंत्र। ताजे उखाड़े गये धान के रोपे में प्रायः अल्प विकसित मूल तंत्र होता है जिसमें कई काली जड़े (लौह सल्फाइड से रंजित) होती है। इसके विपरीत, स्वस्थ्य जड़े नारंगी–भूरे रंग की लौह आक्साइड (Fe^{3+}) तथा हाइड्राक्साइड के लेप से ढकी रहती है।
- पादप ऊतक में पोटैशियम, मैग्नीशियम, कैल्शियम, मैंगनीज तथा सिलीकॉन की कम सान्द्रता।

छायाचित्र शीर्षक:

प्रभावित पौधों की जड़ें मोटी, विरल तथा काली होती है।

बोरान विषाक्तता के लक्षण

पत्ती के भूरे शीर्ष तथा पत्तियों पर गहरे–भूरे अण्डाकार धब्बे।

बोरान विषाक्तता पहले पुरानी पत्तियों के शीर्ष तथा किनारों पर हरितिमाहीनता के रूप में दिखाई देता है। दो से चार सप्ताह बाद, इन बेरंग क्षेत्रों में गहरे भूरे रंग के अण्डाकार धब्बे प्रकट होते है, जो बाद में भूरे होकर सूख जाते है। ऊतकक्षयी धब्बे बाली सृजन के समय अधिक प्रमुख होते है। कुछ प्रजातियों में केवल पत्तियों के शीर्ष एवं किनारे ही बेरंग होते है। शाकीय वृद्वि में कोई विशेष कमी नहीं होती है।

छायाचित्र शीर्षक

(a) पत्ती के शीर्ष का भूरापन बोरान विषाक्तता का मुख्य लक्षण है, जो कि सर्वप्रथम पुरानी पत्तियों के शीर्ष पर अल्प हरितिमाहीनता के रूप में प्रकट होता है।

(b), (c), (d) दो से चार सप्ताह बाद, बेरंग क्षेत्रों में भूरे अण्डाकार धब्बे विकसित हो जाते है।

(a)
BORON TOXICITY
(b)
BORON TOXICITY
1980 DS
BLOCK 425
(c)
(d)

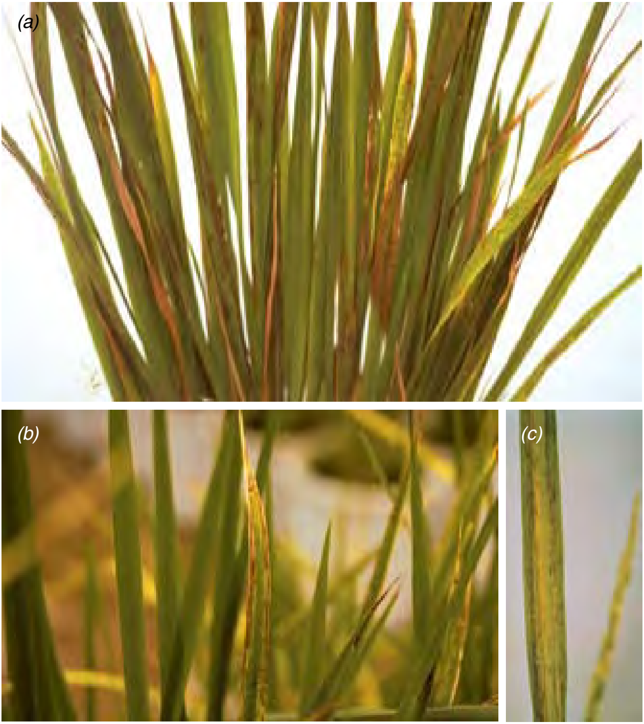
मैंगनीज विषाक्तता के लक्षण

पत्ती के शिराओं के मध्य पीले–भूरे धब्बे, जो कि संपूर्ण अन्तरशिरा क्षेत्रों में फैले होते है।

निचली पर्णफलकों तथा पर्णवृन्त के शिराओं पर भूरे धब्बे विकसित होते है। रोपाई के आठ सप्ताह पश्चात् पत्ती के किनारे सूख जाते है। मैंगनीज विषाक्तता से नयी (ऊपरी) पत्तियों में हरितिमाहीनता भी हो सकती है, जिसके लक्षण लौह हरितिमाहीनता के समान होते है (खण्ड 2.9)। पौधे बौने हो जाते है तथा कल्ले कम निकलते है। पुष्प अनुर्वरता के कारण अनाज उत्पादन कम होता है। मैंगनीज का अधिक उद्ग्रहण, सिलीकॉन, फास्फोरस तथा लौह के उद्ग्रहण तथा फास्फोरस के कल्लों तक स्थानान्तरण को कम कर देता है।

छायाचित्र शीर्षकः

(a), (b), (c) अन्तरशिरा पीले–भूरे धब्बे निचली पत्ती के पर्णफलक तथा पर्णवृन्त पर विकसित होते है।


(a)
(b)
(c)

एल्युमीनियम विषाक्तता के लक्षण

पत्तियों पर नारंगी–पीला अन्तरशिरा हरितिमाहीनता। क्षीण वृद्वि, बौने पौधें। कम तथा विकृत मूल वृद्वि।

अन्तरशिराओं पर पीले से सफेद धब्बों के प्रकट होने के बाद पत्ती के शीर्ष मर जाते है तथा पत्ती के किनारे झुलस जाते है। यदि एल्युमीनियम की विषाक्तता अत्यधिक है तो हरितिमाहीन क्षेत्र का ऊतकक्षय हो जाता है। एल्युमीनियम विषाक्तता तना तथा जड़ की वृद्वि को कम कर देती है। विभिन्न प्रजातियों की एल्युमीनियम विषाक्तता के लिये सहनशीलता भिन्न–भिन्न होती है। संवेदनशील प्रजातियों में जड़ें बौनी एवं विकृत होती है। वृद्वि कम, परन्तु कल्ले सामान्य होते है। बाधित जड़ वृद्वि से पोषक तत्व उद्ग्रहण में कमी तथा सूखे के प्रति सहनशीलता कम होती है।

छायाचित्र शीर्षक

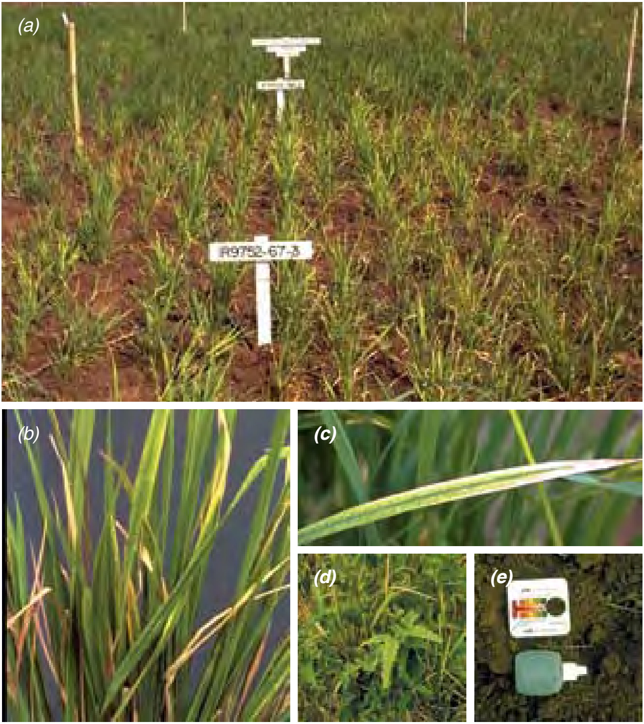
(a) एल्युमीनियम विषाक्तता की समस्या प्रायः ऊपरी भूमि की अम्लीय मृदाओं में होती है लेकिन प्रजातियों की संवेदनशीलता भिन्न– भिन्न होती है।

(b) पीले–सफेद अन्तरशिरा धब्बों के प्रकट होने के बाद पत्ती के शीर्ष मर जाते है।

(c) पत्ती के किनारों का झुलसना।

(d) सूचक पौधे जैसे उष्णकटिबंधीय ब्रैकेन (डाइक्रेनोप्टेरिस लिनिमस), स्ट्रेटस रोडोडेन्ड्रान (मेलास्टोमा मैलाबाथ्रिकम) तथा एलाना (इन्परैटा सिलिन्ड्रिका) अम्लीय मृदा दशाओं तथा न्यून मृदा फास्फोरस स्तर के वैकल्पिक सूचक का कार्य करते है।

(e) एक लघु पीएच मीटर मृदा के पीएच मान की विश्वसनीय सूचना प्रदान करता है।


(a)
IR9752-67-3
(b)
(c)
(d)
(e)

लवणता के लक्षण

पत्ती के शीर्ष सफेद तथा ठोठे, खेत में असमान वृद्धि

प्रभावित पत्तियों के शीर्ष सफेद होते हैं, तथा कुछ पत्तियों पर हरितिमाहीन धब्बे प्रकट होते है।लवणता से पौधे बौने हो जाते है तथा कल्ले कम निकलते है। खेत में वृद्धि असमान होती है। लक्षण पहली पत्ती, उसके बाद दूसरी और बाद में वृद्धिरत पत्तियों पर दिखाई देते है। धान अंकुरण के समय लवणता के लिये अधिक सहनशील है, लेकिन पौधे रोपाई के समय, नवजात पौध तथा फूल निकलते समय प्रभावित हो सकते है। लवणता अथवा क्षारीयता का संबंध फास्फोरस की कमी (खण्ड 2.2), जस्ता की कमी (खण्ड 2.4), लौह की कमी (खण्ड 2.9), अथवा बोरान विषाक्तता (खण्ड 2.15) से भी होता है।

छायाचित्र शीर्षक

(a) वृद्धि लाक्षणीक रूप में असमान होती है।

(b) जहॉ लवणीय सिंचाई जल का उपयोग होता है, प्रभावित पौधों के समूह जल प्रवेश द्वार के समीप पाये जाते है।

(c), (d) सफेद शीर्ष की पत्ती के साथ बौने पौधें।

(a)
(b)
(c)
(d)
SALINITY
IR2153-26-3-5

एसएसएनएम पर नई वेबसाइट

कृषकों एवं प्रसार कर्मियों को पोषक तत्व प्रबंधन की सरलीकृत विधियाँ प्रदान करने हेतु प्रारंभिक एसएसएनएम संकल्पना को विधिवत रूपांतरित किया गया। अब एसएसएनएम फसल प्रबंधन रणनीति का अभिन्न घटक बन गया है, जिसे सिंचित धान अनुसंधान संघ (www.irri.org/irrc) में प्रतिभागी अनेक एशियाई देश प्रोत्साहित करते है। आईआरआरसी ने धान उगाने वाले समुदाय को सिंचित एवं अनुकूल धाल प्रणाली के लिए एसएसएनएम के सिद्धान्तों एवं क्रियाओं की आधुनिकतम सूचना प्रदान करने हेतु एसएसएनएम पर एक नया वेबसाइट (www.irri.org/irrc/ssnm) प्रारंभ किया है।

www.irri.org/irrc/ssnm

creative commons

2007 अंतर्राष्ट्रीय धान अनुसंधान संस्थान, अंतर्राष्ट्रीय पादप पोषण संस्थान, एवं अंतर्राष्ट्रीय पोटाश संस्थान

अधिकार – अवाणिज्यिक–सम्भागिता 3.0 अपटलित। यदि इस प्रकाशन में अन्यथा विशिष्टत: उल्लेखित न हो, उपयोगकर्ता इस कार्य का वितरण, प्रदर्शन तथा पोषण करने एवं http://creative commons.org/licenses/by-ne-sa/3.0 में वर्णित भार्तो के अंतर्गत इस कार्य का अनुकूलन करने के लिए स्वतंत्र है।

अधिकार : यह कार्य अधिकारित किया जाय, किन्तु इस प्रकार नहीं जिससे लेखकों द्वारा पुष्टिकरण प्रतीत होता हो।

अवधिज्यिक : इस कार्य का वाणिज्यिक उद्देश्यों के लिए उपयोग नहीं किया जा सकता।

सम्भागिता : यदि यह कार्य परिवर्तित, रूपांतरित अथवा अग्रेतर निर्माण किया जाता है तो परिणामी कार्य इस अथवा इसके अनुज्ञापन के अंतर्गत ही वितरित किया जाय।

- किसी पुन: उपयोग अथवा वितरण हेतु इस कार्य के अनुज्ञापन की भार्तो को अन्य को स्पष्ट किया जाय।
- उपरोक्त भार्तो में से किसी को प्रकाशनाधिकार धारक की अनुमति प्राप्त कर हटाया जा सकता है।
- इस अनुज्ञापन का कुछ भी लेखकों के नैतिक अधिकार को अहित अथवा सीमित नहीं करता।
- उत्तम व्यवहार एवं अन्य अधिकार उपरोक्त द्वारा किसी प्रकार प्रभावित नहीं होते।
- इस अनुज्ञापन का संपूर्ण आलेख देखने के लिए http://creativecommons.org/licenses/by-ne-sa/3.0 का भ्रमण करें।

पोषक तत्व प्रबंधन की व्यवहारिक मार्गदर्शिका

इस मार्गदर्शिका अथवा उष्ण कटिबंधीय फसलोत्पादन एवं पादप पोषण संबंधी अन्य मामले में अग्रेतर सूचना हेतु संपर्क करें :

IRRI

अंतर्राष्ट्रीय धान अनुसंधान संस्थान
डीएपीओ बाक्स 7777, मेट्रो मनीला, फिलीपिन्स
दूरभाष: +632 580 5600, फैक्स: +632 580 5699
ई–मेल: irripub@cgiar.org
वेबसाईट: www.irri.org • www.irri.org/irrc/ssnm

IPNI

अंर्तराष्ट्रीय पादप पोषण संस्थान
दक्षिण पूर्व एशिया कार्यक्रम
126 वाटेन इस्टेट रोड, सिंगापुर 287599
दूरभाष: +65 6468 1143, फैक्स: +65 6467 0416
ई–मेल: seasia@ipni.net
वेबसाईट: www.ipni.net/seasia

अंतर्राष्ट्रीय पोटाश संस्थान
बॉमगार्तलिस्ट्राजे 17, पीओ बाक्स 569
सीएच–8810 होरगन, स्विटजरलैण्ड
दूरभाष: +41 43 810 49 22, फैक्स: +41 43 810 49 25
ई–मेल: ipi@ipipotash.org वेबसाईट: www.ipipotash.org

ISBN: 978-3-9523243-3-2
DOI: 10.3235/978-3-9523243-3-2