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 वृद्वि 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 वृद्वि 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 भाकीय वृद्वि 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 वृद्वि अवस्था में इसकी विशेष आवश्यकता होती है।

फास्फोरस की कमी के लक्षण एंव वृद्वि 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 जहॉ 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 वृद्वि, 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 झोकां) 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 सोडियमःपोटैशियम, मैग्नीशियमःपोटैशियम अथवा कैल्शियमःपोटैशियम 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 मात्रा के कारण पोटैशियम स्थिरीकरण अधिक होता है।
- अधिक पोटेशियम वाली मृदा लेकिन जहॉ (कैल्शियम + मैग्नीशियमःपोटैशियम) 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 किलोग्रामः 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

- *प्रजातियाँ:* जस्ता दक्ष प्रजातियों का चयन।
- *फसल अवस्थापन:* 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 प्रबंधन:* 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 प्रबंधन:* 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 वृद्वि 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 आगतः* वातावरण संचय से गंधक के आगत का मापन करें।
- *पौधशालाः* गंधक युक्त उर्वरक (अमोनियम सल्फेट, सिंगल, सुपर फास्फेट) की धान की बीज भौय्या (पौधशाला) में अनुप्रयोग करें।
- *उर्वरक प्रबन्धनः* 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 प्रबन्धनः* 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 प्रबन्धनः* गंधक का उद्ग्रहण बढ़ाने हेतु मृदा प्रबन्धन को सुधारें।
  - अत्यधिक मृदा अपचयन से बचाने के लिए पर्याप्त अंतःश्रवण (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 वृद्वि अवस्था में गंधक की कमी ज्ञात हो जाती है, तो गंधक उर्वरक की अनुक्रिया भीघ्र 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 वृद्वि 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 जहॉ 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 चाहिएः

- मैग्नेशियम युक्त उर्वरकों का उपयोग करें। विलेय मैग्नेशियम स्रोतों जैसे कीसेराइट, लैंगबिनाईट अथवा मैग्नेशियम क्लोराइड के अनुप्रयोग से मैग्नेशियम की कमी के लक्षणों का भीघ्र 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 प्रबंधनः*** 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 प्रबंधनः*** 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 पत्तियॉ सबसे पहले प्रभावित होती है, क्योंकि धान के पौधे में लोहा गतिशील नहीं होता है।

लोहे की कमी के लक्षण एवं वृद्धि पर प्रभाव

अंतरशिरा हरितिमाहीनता पीलापन और नवजात पत्तियॉ 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 सिंचित 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 (यथाः फसल अवशेष, पशुओं की खाद) का अनुप्रयोग करें।
- ***उर्वरक प्रबंधन:*** अधिक पीएच मान की मृदाओं में अम्लकारी उर्वरकों (यथाः 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 जायॅ। 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 अंगोंः 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 (परिशिष्टः A-11, A-31)।

मृदा

मृदा में मैंगनीज की कमी का क्रन्तिक स्तर

- 1 मिली ग्राम मैंगनीज प्रति किग्राः टेरेफ्थेलिक अम्ल + कैल्शियम क्लोराइड (पीएच 7.3)
- 12 मिली ग्राम मैंगनीज प्रति किग्राः 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 प्रबंधनः*** अहाता खाद अथवा पुआल (मिलाकर अथवा जलाकर) अनुप्रयोग करें।
- ***उर्वरक प्रबंधनः*** 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 अधिभोषण (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 वृद्धि 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 वस्तृत 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

- *प्रजातियाँः* 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 जैसेः जापान में अकोइची एवं अमेरिका में सीधी बाली (स्ट्रेटहेड) उत्पन्न होती है।

सल्फाइड विषाक्तता के लक्षण एवं वृद्धि पर प्रभाव

उद्भवी पत्तियों में अन्तःशिरा हरितिमाहीनता मोटी, विरल एवं काले रंग की जड़े (संलग्नकः 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

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

- *बीज उपचारः* भीत जलवायु में बीज अंकुरण के समय आक्सीजन की आपूर्ति बढ़ाने के लिए बीजों पर आक्सीकारकों (यथाः कैल्शियम परआक्साइड) का लेप करें।
- *जल प्रबन्धनः* 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 प्रबन्धनः* 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 प्रबन्धनः* परती अवधि में गंधक एवं लौह का आक्सीकरण बढ़ाने के लिए फसल काटने के बाद भुाष्क 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 वाष्पोर्त्सजन 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 वृद्वि सामान्य होती है।

बोरान विषाक्तता के लक्षण एवं वृद्वि 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 सीमायेंः

- > 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 भुष्क 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

- *प्रजातियॉः* बोरान विषाक्तता के प्रति सहनशील प्रजातियॉ (जैसे आईआर 42, आईआर 46, आईआर 48, आईआर 54, आईआर 98 84-54)
- *जल प्रबन्धनः* 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 प्रबन्धनः* जब मृदा भुष्क 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 वृद्धि 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 मूल 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 पहुँच 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

- *प्रजातियाँः* एलुमिनियम सहनशील प्रजातियाँ जैसेः IR43, CO37, एवं बासमती 370 (भारत) अगुलहा एरोज, वरमेल्हो एवं IAC3 (ब्राजील), IRAT109 (Cote d'Ivoire) 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 प्रबन्धनः* अपचयित मृदा दशा को बनाये रखने के लिए फसलों में पर्याप्त जल की आपूर्ति करें। पृष्ठ मृदा को सूखने न दें।
- *उर्वरक प्रबन्धनः* 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 वृद्वि 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 वृद्वि 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 वृद्वि काल (1-2 पत्ती अवस्था) में अति संवेदनशील होता है। कल्ले फूटने एवं तना वृद्वि के समय सहनशील होता है लेकिन फूल आने के समय पुनः संवेदनशील हो जाता है।

लवणता के लक्षण एवं वृद्वि पर प्रभाव

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

धान की वृद्वि में अन्य प्रभावों में सम्मिलित है।

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

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 वृद्वि 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 वृद्वि 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 वाष्पोर्त्सन।
- 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। भुष्क ऋतु 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।