“ ज्ञानाची शेती ”

एकात्मिक अन्नद्रव्य व्यवस्थापन

श्री. अंकुश बरडे, एम.एस.सी. (कृषी)

पिकाची वाढ आणि विकासासाठी आवश्यक अन्नद्रव्ये, खताचे प्रकार, खत पिकास उपलब्ध होण्याचा कालावधी, जमिनीच्या प्रतिनुसार खताची निवड, अन्नद्रव्ये कमतरतेची लक्षणे, खताबद्दल गैरसमज आणि बरंच काही

हरितक्रांती नंतर भारतामध्ये शेतीमाल उत्पादन विक्रमी पातळीपर्यंत पोहोचले परंतु दुसऱ्या बाजूला जमीन सुपीकतेचा प्रश्न वरचेवर गंभीर होत गेला. हरित क्रांतीच्या दरम्यान सुधारित पिक उत्पादन पद्धतीमध्ये रासायनिक खतावर अवलंबून असलेल्या उच्च उत्पादन देणाऱ्या जातीच्या लागवडीवर आपण भर दिला परंतु सेंद्रिय घटकाचे पुनर्भरण आणि सूक्ष्म अन्नद्रव्याच्या व्यवस्थापनाकडे दुर्लक्ष केले आणि त्याचा जमिनीचे आरोग्यावर परिणाम झाला. आपण पिक उत्पादनात वाढ केली असली तरी पिकास आवश्यक पोषक तत्त्वाच्या कमतरतेमुळे शेतीमालाची म्हणजेच आपल्या रोजच्या आहारातील अन्नाची पौष्टिकता, गुणवत्ता कमी होत आहे. भारतामध्ये 90% पेक्षा जास्त जमिनीमध्ये नत्र व स्फुरद या मुख्य अन्नद्रव्याची कमतरता आहे, तर 50% पेक्षा जास्त जमिनीमध्ये पालाशची कमतरता सध्या आढळून येत आहे. सेंद्रिय कर्ब हा तर " **जमिनीचा आत्मा** " आहे आणि हा सेंद्रिय कर्ब सूक्ष्मजीवाच्या कार्यासाठी ऊर्जेचा प्राथमिक स्त्रोत आहे. पोषक चक्र, पाणी धरून ठेवण्याची क्षमता आणि जमीन रचनेमध्ये सेंद्रिय कर्बाचे महत्त्व अनन्यसाधारण आहे. सध्या लागवडीखालील जमिनीतील सरासरी सेंद्रिय कर्ब 0.64 आहे, खरे म्हणजे उष्ण कटिबंधातील आपल्या देशातील जमिनीमध्ये 1 - 1.5 % सेंद्रिय कर्ब असणे अपेक्षित आहे. सेंद्रिय कर्बाच्या खालवलेल्या पातळीमुळे जमिनीतील जैवविविधतेवर विशेषतः गांडूळ आणि फायदेशीर सूक्ष्म जीवसृष्टीवर गंभीर परिणाम होतो आहे आणि त्यामुळे खताची कार्यक्षमता कमी झालेली आहे. त्यामुळेच जमिनीचे आरोग्य सुधारण्यासाठी आणि उत्पादकता वाढवण्यासाठी दिर्घकालीन उपाय योजना करण्याची गरज निर्माण झालेली आहे.

शाश्वत शेती आता केवळ एक पर्याय राहिलेला नाही तर ती एक काळाची गरज बनली आहे. कमीत कमी संसाधनाचा वापर करून जास्तीत जास्त उत्पादन घेत असतानाच जमिनीची दिर्घकालीन सुपीकता राखणे आवश्यक आहे. विशेषता संतुलित अन्नद्रव्य व्यवस्थापन आणि पोषक तत्वाचे नुकसान कमी करणाऱ्या नावीन्यपूर्ण पद्धतीवर लक्ष केंद्रित करावे लागणार आहे, ज्यामुळे खताची कार्यक्षमता वाढ होत असताना पर्यावरणावर प्रतिकूल परिणाम होणार नाही, ज्यामध्ये पिक केंद्रित सल्ला, जमिनीचे आरोग्य सांभाळणे, योग्य खताची पिकनिहाय निवड करणे, खताची योग्य मात्रा वापरणे, योग्य वेळी व योग्य पद्धतीने खतांचा वापर करणे या बाबीचे महत्व शेतकऱ्याने जाणून घेणे आवश्यक आहे.

कोणत्याही पिकाच्या चांगल्या वाढीसाठी आणि उच्च उत्पादनासाठी एकूण 17 - 18 अन्नद्रव्ये आवश्यक असतात त्यापैकी कार्बन, हायड्रोजन आणि ऑक्सिजन ही 3 अन्नद्रव्ये वातावरणामधून पिकास नैसर्गिकरित्या उपलब्ध होतात आणि उर्वरित 14 - 15 अन्नद्रव्ये पिकास मातीमधून किंवा फवारणीद्वारे शेतकऱ्यांना बाहेरून द्यावी लागतात. एकूण पिकाच्या उत्पादन खर्चापैकी खतासाठी जवळपास 30 ते 35 % रक्कम शेतकऱ्यांना या खतासाठी खर्च करावी लागते. पिकासाठी एकूण आवश्यक 17 अन्नद्रव्यांपैकी जी निसर्गतः पिकास मिळतात त्यांची एकूण गरज 94 ते 97 टक्के एवढी असते, म्हणजेच 100 किलो ग्रॅम पिकाचा कोणताही हिरवा भाग वाळवून जाळल्यास त्यापासून 3 ते 6 किलो राख मिळते म्हणजेच 94 ते 97% भाग हा कार्बन, हायड्रोजन, ऑक्सिजन स्वरूपात हवेत उडून जातो व 3 ते 6 % भाग खनिज स्वरूपात राखेमध्ये शिल्लक राहतो. शेतकऱ्याला केवळ 3 ते 6 टक्के अन्नद्रव्य बाहेरून पिकास द्यावी लागतात आणि त्यासाठी सुद्धा शेतकऱ्यांची सध्या दमछाक होत आहे.

शेतकऱ्यांना आपण लागवड करत असलेल्या पिकाच्या अन्नद्रव्याची गरज, बाजारात उपलब्ध असलेले खताचे विविध प्रकार, जमिनीच्या प्रकारानुसार खताची निवड तसेच दिलेले खत पिकास उपलब्ध होण्याचा कालावधी व खताबद्दल गैरसमज याबाबत " **ज्ञानाच्या शेतीमध्ये** " आज आपण चर्चा करत आहोत, ज्यामुळे शेतकऱ्यांसाठी शेती फायद्याची व ग्राहकासाठी आरोग्यदायी होईल.

❖ खताची वैशिष्ट्ये :

शेतकरी युरिया, एसएसपी, एमओपी, एसओपी, 12:32:16, 10:26:26, 20:20:00:13, 24:24:00:08 इत्यादी रासानिक खताचा वापर विविध पिकासाठी मोठ्या प्रमाणात करत आहेत. या बाजारात उपलब्ध असणाऱ्या रासायनिक खताची सविस्तर माहिती शेतकऱ्यांना माहित असणे आवश्यक आहे. खतांचे प्रकार, त्यामध्ये उपलब्ध असणारी अन्नद्रव्ये, लागणारा कालावधी, कोणत्या खतामधून कोणती अन्नद्रव्ये, कोणत्या जमिनीसाठी आणि पिक अवस्थेनुसार वापर इत्यादी बाबत आज आपण माहिती घेणार आहोत.

पिकासाठी आवश्यक असणारे अन्नद्रव्य ठरवण्याचे 4 निकष आहेत, ते पूर्ण केल्यास ते अन्नद्रव्य म्हणून वापरण्यास मान्यता देण्यात येते त्यामध्ये

1) पिकाची बियापासून बियापर्यंतची जिवनचक्र (लाइफ सायकल) या अन्नद्रव्याशिवाय पूर्ण होत नाही.

2) त्या अन्नद्रव्याची सर्व कामे इतर अन्नद्रव्याकडून होऊ शकत नाहीत. काही प्रमाणात ही कामे इतर अन्नद्रव्ये करू शकतात परंतु संपूर्ण कामे इतर अन्नद्रव्य करू शकत नाहीत. उदा. क्लोरीनचे काम ब्रोमीन करेल, मोलाब्दचे काम व्हॅलिडियम करेल, कॅल्शियमचे काम स्ट्रोलियम करेल.

3) पिकाच्या चयापचय क्रियेत थेट सहभागी होणारे असले पाहिजेत व

4) सर्व पिकास या अन्नद्रव्याची आवश्यकता असते.

वरील 4 निकष पूर्ण होत असतील तर अन्नद्रव्यास पिकास आवश्यक अन्नद्रव्य म्हणून मान्यता मिळते. सद्यस्थितीत नत्र, स्फुरद, पालाश यांना मुख्य अन्नद्रव्ये म्हणतात, तर कॅल्शियम, मॅग्नेशियम व सल्फर ही अन्नद्रव्ये दुय्यम अन्नद्रव्ये मानली जातात आणि झिंक, फेरस, मॅग्नेशियम, कॉपर, बोरॉन, मॅगनीज आणि मोलाब्द सूक्ष्म अन्नद्रव्य म्हटले जाते. तसेच सिलिकॉन हे हितकारक म्हणजेच बेनिफिशियल अन्नद्रव्य मानले जाते. कोबाल्ट, निकेल, क्लोरीन आणि सेलेनियम ही अन्नद्रव्य सुद्धा पिकास आवश्यक असतात असे बऱ्याच तज्ञांचे मत आहे. आणि शास्त्रज्ञ आता पिकासाठी एकूण 42 अन्नद्रव्य आवश्यक असतात असे म्हणू लागले आहेत म्हणजेच दिवसेंदिवस पिकासाठी आवश्यक असणाऱ्या अन्नद्रव्याची संख्या वाढतच आहे.

❖ पिकास बाहेरून अन्नद्रव्याची देण्याची गरज का पडते ?

दर्जेदार व उच्च उत्पादनासाठी शेतकऱ्यांना रासायनिक खते शेतीमध्ये वापरावी लागतात. हरित क्रांतीनंतर मोठ्या प्रमाणात शेतकरी उच्च उत्पादनक्षम सुधारित, संकरित वाणाचा वापर करत आहेत, तसेच शेतकरी सलग त्याच जमिनीवर तीच ती पिके वर्षानुवर्षे घेत आहेत, जमिनीस विश्रांती मिळत नाही, भाजीपाला व फळपिकास खताची गरज जास्त असल्यामुळे सध्या रासायनिक खताच्या वापराशिवाय उच्च उत्पादन मिळत नाही. तसेच दिवसेंदिवस शेणखताची उपलब्धता कमी झाल्यामुळे, शेणखत उपलब्धतेवर व वापरावर मर्यादा आलेल्या आहेत अशा विपरीत परिस्थितीत पिकाची उत्पादकता टिकवून ठेवण्यासाठी शेतकऱ्यांना सध्या रासायनिक खतावर अवलंबून राहावे लागत आहे.

रासायनिक (केमिकल) असो किंवा सेंद्रिय (ऑरगॅनिक)असो, पिक रासायनिक स्वरूपातील (इन ऑरगॅनिक, केमिकल) पाण्यात विरघळलेली अन्नद्रव्ये मुळ्यांद्वारे घेत असते, म्हणजेच नत्र, युरिया मधून द्या किंवा शेणखतामधून द्या पिक नायट्रेट किंवा अमोनिकल स्वरूपात मूळ्याद्वारे घेते.

रासायनिक खत हे पिकाच्या वाढीसाठी देण्यात येते तर जैविक खते ही आपण दिलेल्या रासायनिक खताची कार्यक्षमता वाढवण्यासाठी म्हणजेच सूक्ष्मजीवाची संख्या व कार्यक्षमता वाढण्यासाठी देण्यात येते. हे सूक्ष्मजीव रासायनिक खतातील अनुउपलब्ध स्वरूपातील अन्नद्रव्ये पिकास उपलब्ध स्वरूपात आणून देतात तसेच ही जैविक खते वेगवेगळ्या प्रकारच्या पिकाच्या शरीर क्रियासाठी आवश्यक विकरे, विटामिन्स, सूक्ष्ममुलद्रव्ये उपलब्द करून देतात.

❖ अन्नद्रव्याचा असंतुलित वापर

2010 पूर्वी नत्र, स्फुरद, पालाश यांचा वापर संतुलित होता म्हणजेच NPK वापराचे प्रमाण 4:2:1 होते. 2011 मध्ये नत्र, स्फुरद, पालाशचा वापर 4.7:2.6:1होता आणि 2018 मध्ये नत्र, स्फुरद, पालाश यांचा वापर 6.6:2.6:1 एवढा आढळून आलेला आहे आणि तो वाढत जात आहे. यावरून हे स्पष्ट होते की शेतकरी सध्या युरिया या खताचा वापर आवश्यकतेपेक्षा जास्त करत आहेत त्यामुळे एकूणच पिकाच्या आवश्यकतेप्रमाणे अन्नद्रव्याचा पुरवठा होत नाही. यूरिया या रासायनिक खतावर केंद्रशासन मोठ्या प्रमाणात अनुदान देत असल्यामुळे तो शेतकऱ्यांना अत्यंत अल्प किमतीत उपलब्ध होतो त्यामुळे त्याचा वापर वाढत चालला

आहे. नत्रयुक्त खताचा अतिरेकी वापर होत असल्यामुळे, असंतुलित अन्नद्रव्याच्या वापरामुळे पिक उत्पादनात घट होत आहे, मातीचे आरोग्य बिघडत चालले असून आणि उत्पादन खर्चात मात्र वाढ होत आहे.

❖ एकात्मिक अन्नद्रव्य व्यवस्थापन :

एकात्मिक अन्नद्रव्यव व्यवस्थापनामध्ये सेंद्रिय घटकाचा वापर 30 - 40 %, रासायनिक खताचा वापर 20 ते 30 %, पाण्यात विरघळणाऱ्या रासायनिक खताचा वापर 10 % तर 10 % जैविक खताचा वापर केल्यास त्याला आपण एकात्मिक अन्नद्रव्य व्यवस्थापन म्हणू शकतो. जातो. एकात्मिक अन्नद्रव्य व्यवस्थापन करण्यासाठी आवश्यक सर्व घटकांची माहिती आपण आता घेऊ.

अ) सेंद्रिय खते :

सेंद्रिय खतामध्ये शेणखत, गांडूळ खत, मळीचे कंपोस्ट, हिरवळीची खते व कोंबडी खत तसेच वेगवेगळ्या प्रकारच्या अखाद्यपेंडी येतात ही खते मातीसाठी द्यावी जेणेकरून मातीची जडणघडण सुधारते, सूक्ष्मजीवांची संख्या वाढते, मातीचे भौतिक, रासायनिक व जैविक गुणधर्मात सुधारणा होते आणी जमिनीचे जलधारण क्षमता व निचरा सुधारतो.

1) **शेणखत :** हे कुजलेले असावे अन्यथा त्यामध्ये गवताची बिया राहून त्या शेतामध्ये पसरतात व तणाचा प्रादुर्भाव वाढतो. सर्वसाधारणपणे शेणखत कुजण्यास 3 - 4 महिने लागतात. अर्धवट कुजलेले शेणखत शेतात वापरले तर ते स्वतःच्या कुजण्यासाठी वेळ घेते तसेच कुजण्यासाठी जमिनीतील उपलब्ध अन्नद्रव्ये वापरली जातात . पूर्णपणे कुजलेले शेणखत शेतात वापरावे की जैविक पदार्थ किंवा शेणखत पिकांच्या मुळाजवळ मातीमध्ये टाकून कुजजावे वापरावे याबद्दल तज्ञांमध्ये मतभेद आहेत. सारासार विचार केल्यास पिकाचे अवशेष व शेणखत मुळ्यांचे कक्षेत कुजवण्याचे फायदे जास्त आहेत असे आम्हास वाटते.

   शेणखतामध्ये 1.5 % नत्र, 0.9 % स्फुरद व 1 - 1.5 % पालाश आढळून येते. शेणखत हे पेरणीपूर्वी किंवा लागवडी पूर्वी एक ते दीड महिण्यापूर्वी मशागतीच्या वेळी जमिनीमध्ये मिसळून घ्यावे. कोरडवाहू पिकासाठी एकरी 2 ते 5 टन शेणखत वापरावे तर बागायती पिकासाठी एकरी 10 टना पर्यंत शेणखत वापरावे. हलक्या जमिनीमध्ये शेणखत वापरावे जेणेकरून अशा जमिनीची अन्नद्रव्याची व पाणी धरून ठेवण्याची क्षमता वाढते, जमिनीची जडणघडण सुधारते. प्रखर उन्हात उन्हाळ्यात शेणखत शेतात ढिग करून ठेवू नये, पूर्व हंगामी पावसाचे वेळी म्हणजेचे मे अखेर शेणखत शेतात पसरवून लगेच पाळी टाकूण मातीत मिसळून घ्यावे जेणेकरून त्यातील सेंद्रिय कर्ब व इतर अन्नद्रव्याचा ऱ्हास होणार नाही.

2) **गांडूळ खत :** 3 ते 6 आठवड्यात तयार होते. काळ्या,खोल जमिनीमध्ये गांडूळ खताचा वापर केल्यास मातीमध्ये हवा व पाणी यांचे संतुलित राहते. गांडूळ खतामध्ये 2 - 2.5 % नत्र, 1 - 1 .5 % स्फुरद व पालाश असते. एकरी 2 ते 5 टन गांडूळ खत वापरावे. परंतू याचे उपलब्धतेबाबत मर्यादा येतात त्याचसोबत गांडूळखत महाग असते.

3) **कोंबडी खत :** या खतामध्ये सर्वात जास्त प्रमाणात नत्र, स्फुरद व पालाश ही अन्नद्रव्य असतात . कोंबडी खत गरम असल्यामुळे उभ्या पिकात वापरू नये अन्यथा पिक पिवळे पडू शकते किंवा जळू शकते. कोंबडी खत पिक लागवडीपूर्वी दीड ते दोन महिने मातीमध्ये मिसळून घ्यावे. कोंबडी खत खरिप व रब्बी हंगामात घेतल्या जाणाऱ्या पिकासाठी वापरावे. कोंबडी खतामध्ये 11% नत्र, 9% स्फूरद, 4% पालाश असते, तसेच 4 - 5% गंधक व 19 % कॅल्शियम असते तसेच सूक्ष्मलद्रव्याचे प्रमाणे या खतामध्ये मोठ्या प्रमाणात असते. शेतामध्ये तणाचे प्रमाण जास्त असेल तर शेणखताऐवजी गांडूळ खत व कोंबडी खत वापरावे.

ब) रासायनिक खतामधून खते व त्यातील अन्नद्रव्याचे प्रमाण, कमतरता व पूर्तता करण्यासाठी उपलब्ध पर्याय.

1) **नत्र :** वातावरणामध्ये जवळपास 78 % नायट्रोजन आहे परंतु तो पिकास सहज उपलब्ध होत नाही किंवा पिकास हवेतील नत्र घेता येत नाही. हे नत्र चमकणाऱ्या विजा मधून व रिमझिम पावसातून पिकास काही प्रमाणात मिळत असते. तसेच वातावरणातील नत्र हे रायझोबियम, ॲझोटोबॅक्टर, ॲसिटोबॅक्टर, अझोस्पिरिलियम, निळे हिरवे शेवाळ सारखे जिवाणू, बुरशी पिकास सहजीवी व असहजीवी पद्धतीने उपलब्ध करून देत असतात. नत्रयुक्त खते जमिनीस दिल्यानंतर ती पाण्यात ताबडतोब विरघळतात व पाण्यासोबत जमिनीमध्ये सर्व दूर पिकांना उपलब्ध होऊ शकतात. पिकामध्ये नत्र या अन्नद्रव्याचे प्रमाण 1 ते 5 टक्के असते.

   नत्र हे मुख्यतः हरितलवकाचा (क्लोरोफिल) मुख्य भाग आहे, संपूर्ण वाढीसाठी, सुरुवातीपासून शेवटपर्यंत नत्राची पिकास आवश्यकता असते. नत्र हे खत पिक " **अमोनिकल** " आणि " **नायट्रेट** " स्वरूपामध्ये उचलते यासाठी

जमिनीमधील नायट्रोसोमानास, नायट्रोबॅक्टर या सूक्ष्म जिवाणूची गरज असते त्याशिवाय नत्र खत पिकास उपलब्ध होत नाही .

नत्रयुक्त रासायनिक खते : जमिनीत नत्राची उपलब्धता सर्वसाधारण कमी असते, कारण या मूलद्रव्याचा ऱ्हास लवकर होतो. नत्र बाष्पीभवनाद्वारे हवेत उडून जाते. ही खते पाण्यात पूर्णपणे विरघळतात आणि पिकाच्या वाढीसाठी त्वरित उपलब्ध होतात. संपूर्ण पिक वाढीच्या कालावधीमध्ये नत्राची आवश्यकता असते. नत्रयुक्त खते निचऱ्यावाटे ऱ्हास पावतात. नत्राची हालचाल जास्त असल्याने ती वारंवार द्यावी लागतात. नत्रयुक्त खताची 4 गटात विभागणी केली जाते

1) अमोनियायुक्त नत्र खते : नत्र नायट्रेट युक्त खतापेक्षा पिकांना उशिरा लागू पडतात निचऱ्यावाटे यांचा वापर लवकर नाश होत नाही कारण अमोनिया अणु मातीच्या कलील कणांवर अधिशोषित केला जातो व धरून ठेवतो ही खते आम्लधर्मी असून जमिनीत अमलात निर्माण करतात. यामध्ये अमोनियम सल्फेट (20.6% नत्र) अमोनियम क्लोराईड (26% नत्र) आणि द्रवरूप अमोनिया (82.2% नत्र) इत्यादीचा समावेश होतो.

2) नायट्रेटयुक्त नत्र खते : काही अपवाद वगळता (भात) सर्व पिके वाढीच्या प्राथमिक अवस्थेत नत्र, नायट्रेट स्वरूपात घेतात. ही खते त्वरित निचरा होऊन ऱ्हास पावतात. तती अल्क धर्मीय असल्याने जमिनीत अल्कता निर्माण करतात. सोडियम नायट्रेट (16 %) कॅल्शियम नायट्रेट (13 %), सोडियम पोटॅशियम नायट्रेट (15 %) यांचा समावेश होतो.

3) अमोनिया व नायट्रेटयुक्त खते : ही खते वेगवेगळ्या पिकांना वेगवेगळ्या हवामानात वापरता येतात. यामध्ये अमोनियम व नायट्रेट नत्र निम्म्या प्रमाणात असतो त्यांचा निचऱ्यावाटे ऱ्हास कमी होतो. ती आम्लधर्मी आहेत यामध्ये अमोनियम सल्फेट नायट्रेट (26 %) अमोनियम नायट्रेट (33 %) कॅल्शियम अमोनियम नायट्रेट 26 % नत्र, 8 % कॅल्शियम) आदींचा समावेश होतो.

4) अमाईडयुक्त नत्र खते : तांत्रिकदृष्ट्या अशा खतांना सेंद्रिय नत्रयुक्त खते म्हटले जाते ही कधी माती मिसळा त्वरित अमोनियाच्या स्वरूपात आणि नंतर नायट्रेटच्या स्वरूपात रूपांतर होतात त्यामध्ये प्रामुख्याने (46 % नत्र) व युरिया अमोनियम नायट्रेट (30% नत्र) यांचा समावेश होतो.

कमतरता : नत्र या मुख्य अन्नद्रव्याची कमतरता पडल्यास पाने पिवळी पडतात, पानाचे टोक पिवळे होऊन V आकारात पसरते लक्षणे प्रथमतः जुन्या पानावर दिसून येतात. कमतरता जास्त प्रमाणात असल्यास लक्षणे कोवळ्या किंवा नवीन पानावर दिसू शकतात. पानावर दिसून येणारा पिवळेपणा हा पानाच्या टोकाकडून सुरुवात होऊन देठाकडे वाढत जातो. कमतरता भरून न निघाल्यास पूर्णपणे पान पिवळे होते, जास्त कमतरतेमुळे पाणी पिवळी पडून करपून जातात. मुळ्यांची वाढ खुंटते व मुळे अधिक तंतुमय होतात, फुले व फळे कमी लागतात

पिक अवस्थेनुसार नत्राची आवश्यकता व विविध उपलब्ध पर्याय : पिक वाढीच्या सुरुवातीची अवस्थेमध्ये नत्राची आवश्यक जास्त असते म्हणजे कायिक वाढीसाठी नत्राची आवश्यक जास्त असते. सध्या शेतकरी नत्राची गरज ही युरिया मधून भागवत असतात ज्यामध्ये 46 % नत्र आहे. युरिया जमिनीस दिल्यानंतर तो 3 ते 4 दिवसात पिकास लागू होतो व 20 दिवसांपर्यंत मिळतो. रासायनिक खत एकदा मातीच्या संपर्कात पाण्यासोबत आले की त्याची एक चैन रिएक्शन सुरू होते त्यानंतर पाण्याची फारशी आवश्यकता नसते, मातीमध्ये पाण्याचे 6 % प्रमाण असल्यास सुद्धा युरिया पिकास लागू होतो. युरिया हे न्यूट्रल स्वरूपातील खत असले तरी युरियाच्या अतिरेकी वापरामुळे जमिनीचा सामू वाढतो. युरिया चा वापर शक्यतो रोपवाटिकेमध्ये करू नये त्यामुळे मुळास आणि रोपास हानी होऊ शकते. युरियाचा वापर 20 दिवसाचे अंतराने करावा. युरियामध्ये नत्र हे **अमाईड** फॉर्म मध्ये असते ते पिकास घेता येत नाही, या अमाईड फॉर्म मधील नत्राचे रूपांतर ज्यावेळेस जमिनीतील सूक्ष्मजीव **अमोलनिकल** व नंतर **नायट्रेट** स्वरूपात करतात त्याच वेळेस पिकांच्या मुळ्या नत्राची उचल करू शकतात.

नत्राचा दुसरा मुख्य स्त्रोत हा म्हणून अमोनियम सल्फेट आहे ज्यामध्ये 25 % नत्र असते व 23 % गंधक असते. त्याचा वापर ज्या जमिनीचा पीएच जास्त (8 - 8.5) आहे अशा जमिनीमध्ये करण्याची शिफारस करण्यात येते. अमोनियम सल्फेट मधील नत्र हा अमोनीकल स्वरूपात 21% एवढा असतो.

महत्वाचे : नत्रयुक्त खते म्हणजेच युरिया किंवा अमोनियम सल्फेट वापरल्यावर लगेच पाणी द्यावे जेणेकरून अमाईड स्वरूपातील नत्र अमोनिकल फॉर्ममध्ये आल्यावर, जे मुख्यतः गॅस स्वरूपात असते तो हवेत उडून जात नाही व अमोलिकल

फॉर्ममधून ते नायट्रेट स्वरूपात रूपांतरित होऊन पिकास लागू होते. अमोनियम सल्फेट हे नत्रासाठी उत्तम पर्याय आहे परंतु महाग आहे. अमोनियम सल्फेट हे खत कडधान्य व गळीत धान्य पिकास वापरावे.

2) **स्फुरद (फॉस्फरस) :** या अन्नद्रव्यासाठी शेतकऱ्यांचा सगळ्यात जास्त खर्च सध्या होत आहे कारण बाजारात उपलब्ध असलेल्या स्पुरदाच्या स्त्रोतामधून जे स्फुरद मिळते त्याचे जमिनीमध्ये स्थिर होण्याची प्रमाण जास्त आहे, त्यामुळे स्पुरद वापरताना जास्त काळजी घेणे आवश्यक आहे आणि त्याचे महत्त्व समजून घेणे गरजेचे आहे. जमिनीमध्ये स्फुरद या अन्नद्रव्याची हालचाल ही वर किंवा खालच्या दिशेने होते, आजु - बाजूला होत नाही त्यामुळे स्पुरद कधीही मुळ्यांच्या कक्षेत देणे फायदेशीर ठरते. पिकांमध्ये स्फुरदाचे प्रमाण साधारणतः 0.1 ते 0.5 % असते. स्फुरद हे " **आर्थोफॉस्फेट (डायहायड्रेट फॉस्फेट किंवा हायड्रोजन फॉस्फेट)** " या स्वरूपात पिकास उपलब्ध होते.

कमतरता : स्फुरद या मुख्य अन्नद्रव्याची कमतरता असल्यास प्रथम जुन्या पानावर त्यांची लक्षणे प्रथम दिसतात, त्यामध्ये पानाची खालची बाजू, कडा व देठ जांभळ्या रंगाचे होतात, पानाचा जांभळा रंग पानाच्या कडापासून सुरू होऊन पूर्ण पान जांभळ्या रंगाचे होते, पाने जांभळी किंवा गडद लाल होतात, कर्बयुक्त पदार्थ पानांमध्ये अधिक प्रमाणात जमा झाल्यामुळे पानांना गर्द हिरवा रंग येतो. जास्त कमतरतेमुळे पाने करपल्यासारखी दिसतात, पाने अरुंद होतात, पानांचा मुख्य खोडाशी असलेला कोन 90° पेक्षा कमी होतो. पानांचा रंग काळपट हिरवा ते निळसर हिरवा होतो. पाने चमकदार दिसतात. बि पक्वता आणि बियाण्याच्या गुणवत्तेवर अनिष्ट परिणाम होतो.

पूर्ततेसाठी पर्याय : या अन्नद्रव्याचा मुख्य स्त्रोत डीएपी आणि **सिंगल सुपर फॉस्फेट** हे आहेत. डीएपी मध्ये 46% एवढा स्फुरद असून त्यापैकी 39.50% पाण्यात विरघळणारा व उर्वरित स्फुरद मातीत मिसळ्यानंतर हळूहळू पिकास उपलब्ध होतो. डीएपी या खताचा पीएच हा 8.1 असतो. डीएपी मधील नत्र दुसऱ्या दिवशी पिकास लागू होण्यास सुरू होतो व 8 व्या दिवशी संपतो तर स्फुरद 10 व्या दिवशी लागू होतो व 30 ते 32 दिवसात संपतो. रोप लागवडी पूर्वी डीएपी बेडमध्ये भरून घ्यावे तर इतर पिकास पेरणी पूर्वी किंवा पेरणीचे वेळी स्फुरदाची मात्रा एसएसपी मधून द्यावी.

जास्त पीएच असलेल्या जमिनीत सिंगल सुपर फॉस्फेट वापरावे परंतु चुनखडी युक्त जमिनीमध्ये एसएसपी वापरू नये कारण चुनखडी युक्त जमिनीत कॅल्शियमचे प्रमाण जास्त असल्याने कॅल्शियम व फॉस्फरस आपआपसात रिॲक्शन करून त्यांचे कॅल्शियम फॉस्फेट हे संयुग तयार होते ते पाण्यात विरघळत नाही त्यामुळे पिकास उपलब्द होत नाही. सिंगल सुपर फॉस्फेट चा पीएच 1 - 1.5 किंवा 6 - 6.5 एवढा असतो या मधील स्फुरद 26 व्या दिवशी लागू होतो व 36 ते 40 दिवसात संपतो. एसएसपी मध्ये **फॉस्फरस 16%, कॅल्शियम 18%, व गंधक 12%** असते. एसएसपी हे खत कॅल्शियम व गंधकाचा एक स्वस्त पर्याय आहे. सिंगल सुपर फॉस्फेट हे बाजारामध्ये दाणेदार व पावडर या स्वरूपात उपलब्ध आहे. शेतकऱ्यांनी पावडर स्वरूपातील सिंगल सुपर फॉस्फेटचा वापर करावा, एकरी 3 ते 4 बॅग सिंगल सुपर फॉस्फेट पावडर पेरणीपूर्वी जमिनीमध्ये समप्रमाणात विस्कटून देऊन ती मातीत मिसळून घ्यावे.

3) **पालाश (पोटॅश) :** हे पिकाचे सुरक्षा कवच आहे. पिकामधील अन्नद्रव्याचे वहन करण्यासाठी तसेच पिकास वेग वेगळ्या प्रकारच्या जैविक व अजैविक ताणापासून वाचवण्याचे काम करते, पिकाची रोग प्रतिकार क्षमता वाढवते, फुल व फळाची संख्या वाढ होते. पालाश हा " **पोटॅशियम आयन (K +)** " ह्या स्वरूपात मुळ्या कडून पिकामध्ये शोषला जातो . निरोगी पिकामध्ये पालाशी प्रमाण एक 1 ते 5 % च्या दरम्यान असते.

कमतरता : पालाश या मुख्य अन्नद्रव्याची कमतरता पडल्यास जुन्या पक्व पानांच्या कडा तांबटसर होऊन पानावर तांबडे व पिवळे ठिपके पडू लागतात. पानाची टोके वाळतात, जळल्यासारखी दिसतात व तपकिरी रंगाची होतात संपूर्ण पान करपते. पिकाची वाढ खुंटते, वाढीचा वेग मंदावतो, बिया, फळे कमी प्रतीची व सुरकुतलेली दिसतात.

पूर्ततेसाठीचे पर्याय : या खताचा मुख्य स्त्रोत हा **म्युरेट ऑफ पोटॅश** (एमओपी) ज्यामध्ये 60 % पोटॅश असते. हे खत लाल किंवा पांढऱ्या रंगाचे असू शकते जे पाण्यात पूर्णपणे विरघळत नाही. एमओपी मध्ये क्लोराइडचे प्रमाण जास्त असते त्यामुळे क्लोराइड सहनशील पिकासाठी ते वापरू शकतो उदाहरणार्थ मका, ऊस, सोयाबीन. एमओपी मधील क्लोराइड जमिनीमधील सोडियमशी संयुग करून सोडियम क्लोराइड म्हणजेच मीठ तयार होते आणि त्यामुळे जमिनीची क्षारता वाढून अन्नद्रव्याची उपलब्धता कमी होते. तसेच भारी जमिनीत पाण्याचा निचरा होत नसल्याने यातील क्लोराइडचा निचरा होत नाही त्यामुळे भारी जमिनीत एमओपी वापरू नये. एमओपी हे खत नैसर्गिक स्वरूपातील खाणीतून काढले

जाते व पॅकिंग करून वितरित केले जाते, त्यावर कोणतीही प्रक्रिया होत नाही त्यामुळे ते स्वस्त आहे. एमओपी दिल्यानंतर 5 ते 7 दिवसात लागू होते व 2 ते 3 महिन्यापर्यंत लागू होत राहते. MOP चांगल्या प्रतिच्या जमिनीत वापरावे.

सल्फेट ऑफ पोटॅश (एसओपी) ज्यामध्ये 50% पालाश असते ते पांढऱ्या रंगाचे असते ते पाण्यात पूर्णपणे विरघळते. एसओपी तयार करण्यासाठी खाणी मधील नैसर्गिक पोटॅशवर सल्फ्युरिक ॲसिडची प्रक्रिया केली जाते त्यामुळे ते महाग असते यामध्ये क्लोराइड नसते तसेच यामध्ये **17 ते 18 % गंधक** असते. ज्या जमिनीमध्ये सोडियम व कॅल्शिअमचे प्रमाण जास्त आहे, सामू जास्त असलेल्या जमिनीमध्ये, चुनखडीचे प्रमाण जास्त असलेल्या जमिनीमध्ये, भाजीपाला व फळबाग पिकासाठी एसओपी वापरावे. एसओपी पिकास दिल्यानंतर 5 ते 7 दिवसात लागू होऊन 1 ते 1.5 महिना लागू राहते. एसओपी खराब जमिनीत वापरतात. क्लोराइड संवेदनशिल पिके जसे की द्राक्ष, केळी या पिकांमध्ये एसओपी वापरावे. यापिकास एमओपी वापरल्यास एमओपी मधील क्लोराईडमुळे पिकावर स्कॉरचिंग येते, पानाच्या कडा करपतात.

एमओपीचा पीएच हा 7 असतो तर सल्फेट ऑफ पोटॅशचा पीएच हा 8.5 असतो त्यासोबत सध्या बाजारात नॅचरल पोटॅश उपलब्ध झाले आहे ज्यामध्ये पालाश 14.5% तसेच झिंक, फेरस, कॉपर, मँगेनीज इत्यादी सूक्ष्मलद्रव्ये असलेले खत उपलब्ध आहे त्याचा पीएच 7 आहे.

पोटॅश हे अन्नद्रव्य जमिनीमध्ये अजिबात हालचाल करत नाही त्यामुळे ते मुळ्याच्या कक्षेतच द्यावे लागते. 10:26:26, 12:32:16, 20:20:00:13, 24:24:00:08 यामधील नत्र 2 दिवसात लागू होतो तर 8 दिवसात संपतो आणि स्फुरद 10 दिवसात लागू होतो व 32 दिवसात संपतो. परंतु 12:32:16 मधील नत्र 8 ते 9 दिवसात सुरू होतो व 15 ते 20 दिवसात संपतो. शेतकऱ्यांनी वरील प्रमाणे खताचे प्रकार व त्यांचा उपलब्ध कालावधी यानुसार बाजारात उपलब्ध असलेली खते व आपण घेत असलेली पिके याचा सारासार विचार करून खताची निवड करावी

क) दुय्यम अन्नद्रव्ये :

4) **कॅल्शियम :** पिकासाठी आवश्यक असलेल्या अन्नद्रव्यांमध्ये कॅल्शियम हे अन्नद्रव्य सर्वात जास्त प्रमाणात जमिनीत उपलब्ध स्वरूपात आढळते. पिकामध्ये कॅल्शियम चे सर्वसाधारण 0.2 - 1 % प्रमाण असते. कॅल्शियम, जिप्समचा महत्त्वाचा घटक आहे. जिप्समचा वापर केल्यामुळे पिकास कॅल्शियमचा पुरवठा होतो त्याचबरोबर अधिकच्या सोडियम, ॲल्युमिनियम आणि हायड्रोजन या धन (+) आयनमुळे बिघडलेली जमिनीची परिस्थिती सुधारण्यास मदत होते.

पिकाच्या संपूर्ण वाढीसाठी अत्यंत आवश्यक असे हे दुय्यम अन्नद्रव्य असून **पेशीभित्तिकाचे** (पेक्टेटच्या स्वरूपात) बाहेरील आवरण तयार करण्यासाठी कॅल्शियमची पिकास गरज असते, नवीन मुळी, मुळ्यावरील गाठी, झाडाचा शेंडा, फांद्या वाढीसाठी कॅल्शियमची आवश्यक असते.

या अन्नद्रव्याची पिकामध्ये अजिबात हालचाल होत नाही त्यामुळे त्याची कमतरता नवीन पानावर दिसून येते. कॅल्शियमच्या कमतरतेमुळे पाने वेडी वाकडी होतात, कडा वाळतात, पाने फाटतात, खोड कमकुवत होते, देठ मोडतात, फळांचा आकार वेडावाकडा होतो, फळे रंगहीन होतात, फळांची साल मऊ होते, त्यामुळे साठवण कालावधी कमी होतो. कॅल्शियमचा मुख्य स्त्रोत हा सिंगल सुपर फॉस्फेट, कॅल्शियम अमोनियम नायट्रेट, जिप्सम, चुना इत्यादी आहेत.

5) **मॅग्नेशियम :** निरोगी पिकामध्ये मॅग्नेशियमचे प्रमाण 0.1 - 0.8 %असते. मॅग्नेशियम **क्लोरोफिल** रंगद्रव्याचा महत्त्वाचा भाग असते. याशिवाय पिके क्लोरोफिल या रंगद्रव्याच्या मदतीने सूर्यप्रकाशामध्ये, ऊर्जा निर्मिती व पिष्टमय पदार्थ तयार करत असते., तसेच मॅग्नेशियमचे मुख्य काम तयार झालेले अन्न इतर ठिकाणी पोहोचवणे , पानांमध्ये कर्बाचे स्थिरीकरण करण्यास मदत करने, प्रथिने तयार करण्यासाठी आवश्यक, रायझोबियमच्या या जिवाणूच्या वाढीसाठी आवश्यक असते. पिकामध्ये मॅग्नेशियमच्या योग्य प्रमाणामुळे स्फुरदाचे शोषण व वहण आणि साखरेचे वहण व चांगल्या प्रकारे होते.

मॅग्नेशियम हे क्लोरोफिल चा मुख्य घटक असल्याने त्याची कमतरता पडल्यास जुन्या पक्व पानाचा संपूर्ण भाग पिवळा पडतो परंतु शिरा हिरव्या राहतात, आणि पाने लहान आकाराची होतात. पानांच्या कडा वरीलबाजूनस दुमडतात, तपकिरी होऊन करपून जातात, पानावर लाल, नारंगी, जांभळ्या रंगाच्या छटा दिसतात. तसेच मॅग्नेशियम शिवाय पिकामध्ये बिया तयार होऊ शकत नाहीत, मॅग्नेशियम कमतरता असल्यास पिक आपला सर्वसाधारण कालावधी लवकर पूर्ण करते.

मातीमध्ये कॅल्शियम व मॅग्नेशियम गुणोत्तर 10:1 ते 15:1 असल्यास मॅग्नेशियमची कमतरता आढळते. साधारणता पालाश : मॅग्नेशियमचे शिफारशीतील गुणोत्तर शेती पिकासाठी 5:1, भाजीपाला पिकासाठी 3:1 पेक्षा कमी आणि फळपिकासाठी 2:1 आहे

6) **गंधक (सल्फर) :** हे एक महत्त्वाचे अन्नद्रव्य असून याला नत्र, स्फुरद व पालाश नंतर चौथे स्थान देण्यात येते. निरोगी पिकामध्ये गंधकाचे प्रमाण 0.1 - 0.4 % या प्रमाणात आढळते. जास्त निचऱ्याच्या, उथळ जमिनीमध्ये गंधकाची कमतरता आढळते. विशिष्ट गंध व चव निर्मितीसाठी गंधक महत्त्वाचे असते. सल्फर हे पिकाचे अन्न बनवण्यासाठी आवश्यक असते. सल्फर मुळे पिकामध्ये अमिनो ॲसिड तयार होतात ज्यापासून प्रोटीन व तेल बनते तसेच एंजाइम आणि विटामिन बनविण्यासाठी सल्फरची आवश्यकता असते. सल्फर हे क्लोरोफिल बनविण्यासाठी अप्रत्यक्षपणे गरजेचे आहे. मानवामध्ये सुद्धा प्रोटीन बनवण्यासाठी सल्फरची गरज असते व ती कडधान्य, गळीत धान्यामधून उत्तमरीत्या भागू शकते त्यासाठी पिक उत्पादनामध्ये गंधकाचे प्रमाण पुरेशे असणे मानवी आरोग्यासाठी आवश्यक आहे.

गंधकाची कमतरता असल्यास पिक नत्र योग्य प्रकारे उचलू शकत नाही, म्हणजेच **गंधक** आणि **नत्र** ही सहसंबंधी अन्नद्रव्य आहेत. हिवाळ्यामध्ये जमिनीमधून गंधकाचा वापर केल्यास जमिनीचे तापमान वाढते आणि अन्नद्रव्याची उपलब्धता होते तसेच गंधकाच्या वापरामुळे जमिनीचा सामू कमी होऊन इतर अन्नद्रव्य उपलब्ध होण्याचे प्रमाण वाढते. तसेच गंधक रोगकारक बुरशी, कोळीनाशक आणि रस शोषण करणाऱ्या किडींचे नियंत्रणाचे काही प्रमाणात काम करते.

पिकामध्ये गंधकाची पूर्तता करण्यासाठी बाजारा मध्ये **15 ते 20 % बेंटोनाईट गंधक** उपलब्ध आहे आणि फवारणीसाठी 80 ते 90% WDG गंधक वापरण्यात येते. गंधक कमतरतेची लक्षणे कोवळ्या नवीन पानावर दिसतात, पिकामध्ये हलकासा पिवळसरपणा येतो, कमतरता भरून नाही काढल्यास संपूर्ण झाड पिवळे पडते.

सूक्ष्मअन्नद्रव्याची कार्य आणि कमतरतेची लक्षणे :

सूक्ष्म मूलद्रव्ये ही पिकामध्ये वेग वेगळ्या प्रकारची एंजाइम्स म्हणजेच विकरे तयार करण्याचे काम करतात. ही एंजाइम्स एक प्रकारचे प्रोटीन असतात जे पिकाचे शरीर क्रियेत महत्त्वाची भूमिका पार पाडतात म्हणजेच पिकाच्या प्रत्येक जैव रासायनिक क्रियेत कोणत्या तरी एन्जॉयमची आवश्यकता असते. सूक्ष्म अन्नद्रव्याची कार्य आणि कमतरता याबाबत आता आपण माहिती घेऊ.

आपल्याकडील जमिनीमध्ये सध्या झिंक, फेरस, मॅगनीज आणि सल्फर या सुक्ष्म अन्नद्रव्याची कमतरता सामान्यपणे आढळते. मातीमध्ये जैविक खताचा वापर कमी होत आहे आणि त्यामुळे सूक्ष्म जिवांची संख्या कमी होत असून मातीचे आरोग्य बिघडले आहे. जैविक खताशिवाय रासायनिक खताचा कार्यक्षम वापर होत नाही. नत्र, स्फुरद, पालाश, मॅग्नेशियम व मोलाब्द यांच्या कमतरतेची लक्षणे जुन्या पानावर दिसतात तर फेरस, मॅगेनीज, कॉपर आणि सल्फरची कमतरता प्रामुख्याने नवीन पानावर आढळून येते.

1) **जस्त (झिंक) :** पिकाद्वारे जस्त आयोनिक स्वरूपात शोषले जाते. पूर्ण वाढ झालेल्या पिकामध्ये जस्ताचे प्रमाण 25 ते 150 मिलिग्रॅम प्रति किलोग्राम इतके असते. जस्त हे विकर निर्मितीमध्ये महत्त्वाचा घटक आहे तसेच स्फुरदाच्या स्थानांतर व वहनामध्ये जस्ताचे कार्य महत्त्वाचे असते. जस्ताची आवश्यकता पिकाची सुरुवातीच्या कालावधीमध्ये मुळ्यांच्या वाढीस, खोड, पाना मधील काही प्रथिने, ग्रोथ हार्मोन ऑक्सिन्स निर्मितीसाठी आवश्यक असते. जस्त पूर्ण झाडाचे वाढीवर परिणाम करते. फळांमधील कार्बोहायड्रेट्स व स्टार्च बनण्यासाठी जस्त आवश्यक असते. बिया बनवण्यासाठी व भरघोस उत्पादनासाठी जस्त आवश्यक असते.

जस्ताचे मातीमध्ये पाच वर्षापर्यंत अवशेष राहतात. जस्त वर्षातून एक वेळा जमिनीतून द्यावे, एकरी 8 ते 10 किलो झिंक सल्फेट शेणखता सोबत द्यावे किंवा 0.2% चिलेटेड झिंक पिकावर फवारावे.

जस्ताची कमतरता असल्यास जुन्या व नव्या पानावर पांढरे पट्टे पडतात व डाग पडतात. पानांच्या शिरा हिरव्या राहतात, पानांमधील भाग पिवळा पडतो. पाने ठिकठिकाणी वाळलेली दिसतात, शेंड्यामधील कोवळ्या पानावर लक्षणे दिसतात. शेंड्याकडील पानाचा आकार लहान होतो, पाने गुच्छा सारखी दिसतात, पानांचा रंग जांभळट, लालसर, तपकिरी होतो. पाने वेडी वाकडी होतात, पेऱ्याचा आकार लहान झाल्यामुळे पिकाची वाढ खुंटते.

2) लोह (फेरस) : पिकामध्ये लोह फेरस आयन या स्वरूपात पिकाकडून घेतले जाते. पिकामध्ये लोहाचे सर्वसाधारण 100 ते 500 मिलिग्रॅम प्रति किलो या प्रमाणात आढळते. हे सूक्ष्ममुलद्रव्य मुळांना ऑक्सिजन देण्याचे काम करते तसेच नत्र स्थिरीकरण (पिकांच्या मुळ्यांवरील गाठी मध्ये आढळणाऱ्या लेग हिमोग्लोबिनचा मुख्य घटक) व उपलब्ध करून देते. लोह पानांमध्ये क्लोरोफिल सोबत फोटोसिंथेसिसमध्ये भाग घेते. लोह प्रथिनाचा प्रमुख घटक आहे.

लोहाची कमतरता असल्यास पानाची मुख्य शिर हिरवी राहते परंतु पानांच्या इतर सर्व शिरा पिवळ्या पडतात. कमतरता जास्त असेल तर पिकांची वाढ खुंटते आणि पूर्ण पिक करपते.

लोह मातीमधून द्यायचे असल्यास फेरस सल्फेट 10 किलो एकरी आणि फवारणीसाठी चिलेटेड लोह 0.1 % घ्यावे.

3) तांबे (कॉपर) : हे सूक्ष्म अन्नद्रव्ये आयन स्वरूपात पिकांच्या मुळ्या द्वारे शोषले जाते. सर्वसाधारण पिकांमध्ये तांबे अन्नद्रव्य 5 ते 30 मिलिग्रॅम प्रति किलोग्राम या प्रमाणात आढळून येते. तांबे हे सूक्ष्म अन्नद्रव्य प्रथिनांचा घटक असतो. हे अन्नद्रव्य पिकास नत्र उपलब्ध करून देते, मुळांचा बुरशीपासून बचाव करते, खोडामध्ये पेशीभित्तिका मजबूत करण्याचे काम करते तसेच वेगवेगळ्या प्रकारचे जैविक क्रियेस चालना देते, तांबे अप्रत्यक्षपणे हरितलवक बनण्यासाठी आवश्यक असते. फुलगळ कमी करणे, फळास स्वाद, गुणवत्ता येण्यासाठी तांबे आवश्यक असते . रोग प्रतिकार क्षमता वाढवण्यासाठी तांबे महत्त्वाचे असते

कॉपरची कमतरता असल्यास पिकाचा कोवळा शेंडा पिवळा होतो, शेंडाची वाढ खुंटते, झाडांना डायबॅक होतो. पानांचा कडकपणा कमी होतो, पाने निळसर - हिरवी होतात. पिक फुलोऱ्यावर येत नाही, पिक लोळते, वाळून जाते, रोगास बळी पडते.

तांबे मातीमध्ये आठ वर्षे राहू शकते, पूर्ततेसाठी वर्षातून एकदा मातीमधून सेंद्रिय खते द्यावीत. तसेच मोरचूद 6 ते 10 किलो प्रति एकरी वापरावे. पिक वाढीच्या अवस्थेत कॉपर सल्फेट 0.8 % किंवा 0.2 % बोर्ड मिश्रण फवारावे.

4) बोरॉन : हे अन्नद्रव्य पिकांमध्ये बोरिक ॲसिड या स्वरूपात शोषले जाते. पिकामध्ये बोरॉनचे प्रमाण 100 - 200 मिलिग्रॅम प्रति किलो या प्रमाणात असल्यास ते योग्य समजली जाते.

बोरॉन कॅल्शियमचे वहन करण्यास आवश्यक असते , दुष्काळी परिस्थितीमध्ये प्रतिकारशक्ती वाढविते, पर्णरंध्र उघडणे आणि पेशींमध्ये पालाश वहनास मदत करते. पिकामध्ये वेगाने वाढणाऱ्या भागासाठी आवश्यक असते. बोरॉनचे मुख्य काम फुल, फळ व बियाच्या निर्मिती आहे. फुलाची पराग नळी बनवण्याचे काम बोरॉनकडून होत असते. फळामधील गोडवा येतो , बी तयार होणे व पक्व होण्यासाठी बोरॉनची आवश्यकता असते . बोरॉनचा पिकामध्ये वापर फुलकळी अवस्थेपूर्वीच करावा.

कॅल्शियम व बोरॉनची कमतरता कोवळ्या शेंड्यावर आढळून येते. बोरॉनची कमतरता असल्यास शेंडा व कोवळी पाने पांढरट होऊन मरतात फळावर तांबडे ठिपके पडून भेगा पडतात, पाने वेडी वाकडे होतात व कॅल्शियमची कमतरता असल्यास पेरे आखुड व पर्णगुच्छ झाल्याप्रमाणे दिसते, खोडाची जाडी वाढते व खोडाला भेगा (चिरा) पडतात.

बोरॉनची पूर्तता करण्यासाठी बोरॅक्स 2 किलो / एकर शेणखतात मिसळून द्यावे किंवा बोरिक ॲसिडची 0.05 - 0.1% फवारणी करावी.

5) मँगेनीज (मंगल) : हे अन्नद्रव्य पिक Mn आयन स्वरूपात शोषते. पिकामध्ये मंगलचे सर्वसाधारण प्रमाण 20 ते 300 मिलिग्रॅम प्रति किलोग्राम असते. विविध प्रकाश संश्लेषण अभिक्रियांमध्ये मंगल अन्नद्रव्य मॅग्नेशियम ऐवजी एक पर्याय म्हणून काम करते. बी उगवण, मुळी वाढण्यासाठी अत्यंत आवश्यक तसेच वेगवेगळ्या प्रकारच्या जैविक क्रियेमध्ये सहाय्यक. खोड, पानांमध्ये क्लोरोप्लास्ट आणि अमिनो ॲसिड बनवण्यासाठी आवश्यक,

मॅगनीजची कमतरता असल्यास पिक ऑक्सिजन हवेमध्ये सोडू शकत नाही. मंगल अन्नद्रव्य लोहाचे वहन करण्यास साह्य करते. मॅगनीजच्या कमतरता पिकाच्या मधल्या पानावर दिसून येतात. पानाच्या मुख्य शिरा व इतर उपशिरा हिरव्या असतात व पानाचा इतर भाग क्रमाक्रमाणे पिवळा होतो त्यानंतर पांढरट व करडा होतो, संपूर्ण पान फिक्कट होऊन गळते.

मॅगनीजचे अवशेष मातीमध्ये शिल्लक राहत नाहीत त्यामुळे दरवर्षी हे सुक्ष्म मूलद्रव्य द्यावे लागते. मँगनिजची पूर्तता करण्यासाठी शेण खताचा वापर करावा, माती परीक्षणासनुसार मंगल युक्त खते उदाहरणार्थ मॅगनीज सल्फेट जमिनीत 4 ते 10 किलो प्रति एकर या प्रमाणात शेणखतात मिसळून द्यावे किंवा पिकावर कमतरता आढळल्यास फवारणीसाठी मँगनीज सल्फेट 0.5 % या प्रमाणात वापरावे.

6) क्लोराईड : एमओपी, कॅल्शियम क्लोराइड व अमोनियम क्लोराइड मध्ये क्लोराईड असते त्यामुळे याची वेगळी देण्याची गरज पडत नाही. पिक आपल्या शरीरातील पाणी क्लोराइडशिवाय Hydrolysis करू शकत नाही. क्लोराईड इलेक्ट्रिकल चार्जेस बॅलन्स करते आणि रोग प्रतिकारक्षमता वाढवते. विविध रोगांपासून पिकांचे संरक्षण करते. भाज्यांची गुणवत्ता सुधारते.

7) निकेल : हे सूक्ष्म मूलद्रव्य अत्यंत कमी स्वरूपात पिकास आवश्यक असते. निकेल शिवाय युरियाचे विभाजन होऊ शकत नाही, बिया बनत नाहीत, हे अन्नद्रव्य रोगप्रतिकार क्षमता वाढवते, याचे प्रमाण आपल्याकडील मातीमध्ये बऱ्यापैकी आढळते त्यामुळे बाहेरून देण्याची गरज पडत नाही.

8) मोलाब्द : मुळ्यांना नत्र उपलब्ध करून देते, नत्राची उचलण्यास मदत करते, परागकण बनवण्यासाठी आवश्यक, प्रथिने तयार करण्यासाठी आवश्यक, जिवनसत्व “क” निर्मितीसाठी पिकास गरजेचे असते, लोहाचे शोषण व वहन करण्यासाठी आवश्यक.

कमतरता पडल्यास लक्षणे नत्राचे कमतरतेप्रमाणे आढळून येतात. सुरूवातीस खालील व मधल्या पानातील शिरामधील भागात पिवळेपणा दिसून येतो मॉलिब्डेनम कमतरता असल्यास पाने पिवळी होऊन त्यावर तपकिरी ठिपके पडतात. पानाच्या मागच्या बाजूने तपकिरी डिंकासारखा द्रव स्त्रावतो. फुलकोबीमध्ये **“ व्हिपटेल ”** हि विकृती मोलाब्दच्या कमतरतेमुळे येते. मोलाब्द पूर्ततेसाठी अमोनियम मॉलिब्डेट बिज प्रक्रियेसाठी वापरल्यास पिकवाढीच्या संपूर्ण कालावधीसाठी उपलब्ध होते. तसेच सोडियम मॉलिब्डेट 500 ग्रॅम एकरी शेणखतात मिसळून वापरावे.

❖ रासायनिक खतामध्ये उत्पादक माती, रेती मिसळून देतात का ?

रासायनिक खतामध्ये खत उत्पादक माती, रेती मिसळून देतात असा काही लोकांचा गैरसमज आहे परंतु कायद्यानेच उत्पादकांना खताची तिव्रता कमी करण्यासाठी, खतास वजन देण्यासाठी, खताचा सामु कमी करण्यासाठी चुना, दगड, वाळू, माती किंवा इतर जैविक पदार्थ मिसळण्याची परवानगी दिलेली असते. त्यामुळे खत उत्पादकास खतामध्ये भेसळ करण्याची गरज पडत नाही. उदाहरणार्थ डीएपी मध्ये 18% नत्र व 46% स्फुरद असतो व उर्वरित 36% इतर फिलर असते परंतु जर 100% नत्र व स्फुरद, डीएपी मध्ये दिला तर तो पिकास संपूर्ण उपलब्ध होऊन पिकास धोका होऊ शकतो, पिक जळू शकते. परंतु खत निर्मितीमध्ये उत्पादक अन्नद्रव्याचे प्रमाण कमी, जास्त करू शकतात, ज्यावर नियंत्रण ठेवण्यासाठी शासनाचा गुण नियंत्रण विभाग काम करत असतो. शेतकऱ्यांनी नेहमी शासन अंगीकृत, नामांकित कंपनीची खते विकत घ्यावीत यामध्ये **आरसीएफ, इफ्फको, गुजरात फर्टीलायझर** इत्यादी येतात. शेतकऱ्यांनी रासायनिक खते खरेदी करत असताना संयुक्त खतास प्राधान्य द्यावे ज्यामध्ये भेसळीचे प्रमाण कमी असू शकते.

❖ रासायनिक खत भट्टी करून वापरावे का ?

काही तज्ञ, रासायनिक खते शेणखतासोबत भट्टी लावून, मुरवून पिकास वापरण्याबाबत देत असतात परंतु तेही तितकेसे बरोबर नाही, कारण कोणत्याही रासायनिक खतामधील अन्नद्रव्ये काही प्रमाणात पाण्यात विद्राव्य असतात तर काही अविद्रव्य असतात. पाण्यात विरघळणारा अंश हा तात्काळ पाण्यात विरघळून पिकाला उपलब्ध होत असतो व पाण्यात न विरघळणारा अंश (अविद्राव्य) मातीमध्ये गेल्याशिवाय पिकास लागू होत नाही, हा अविद्राव्य भाग पिकाच्या मुळीद्वारे विशिष्ट प्रकारचे संकेत दिल्यावर मातीमधील सूक्ष्मजीव मिळालेल्या संकेतानुसार अन्नद्रव्य उपलब्ध करून देत असतात. म्हणजेच रासायनिक खतामधील अविद्राव्य स्वरूपातील अन्नद्रव्ये ही मातीत गेल्यानंतरच काम सुरू करतात. भट्टी खतामध्ये अनुउपलब्ध स्वरूपातील अन्नद्रव्ये विद्राव्य स्वरूपात येण्याचा प्रश्नच उद्भवत नाही कारण तिथे पिक आणि पिकांच्या मुळ्या नसल्यामुळे, मुळीकडून संदेश जाऊन मातीतील सुक्ष्मजिव, खत उपलब्धतेचे काम करत नाहीत. तसेच भट्टी शेणखतामध्ये जो जैविक पदार्थ असतो तो कुजल्यामुळे मोठ्या प्रमाणात अमोनिया वायू तयार होतो आणि हे सर्व मिश्रण निर्जंतुक होते म्हणजे त्यातील सर्व प्रकारचे सूक्ष्मजीव मरतात त्यामुळे अविद्राव्य स्वरूपातील खत विद्राव्य स्वरूपात येत नाही.

परंतू शेणखतामध्ये वेग वेगळ्या प्रकारची जैविक खते मिसळून 2 ते 3 दिवस ती मुरवून दिल्यास या सूक्ष्म जिवांच्या संख्येत वाढ होऊन अन्नद्रव्ये उपलब्ध होण्याचे प्रमाण वाढते.

❖ कोणती खते मातीमधून बेसल डोसमध्ये वापरावीत व फवारणीद्वारे द्यावीत ?

खत पाण्यातून, फवारणी द्वारे किंवा मातीतून देण्यापूर्वी पिकाची त्या अन्नद्रव्याची गरज किती आहे तसेच जे अन्नद्रव्य आपण देणार आहोत त्याची हालचाल मातीमध्ये आणि पिकामध्ये किती होते हे आपणास माहित असणे आवश्यक आहे.

नत्र, स्फुरद व पालाश ही खते बेसल डोस मधून द्यावीत कारण त्यांची पिकाची गरज जास्त असते तसेच ती पिकास पानातून मोठ्या प्रमाणात फवारणी मधून देता येत नाहीत आणि पिक पानांद्वारे ही खते मोठ्या प्रमाणात घेऊ शकत नाहीत. म्हणून संपूर्ण स्फुरद व पालाश पेरणीची वेळी किंवा शेवटचे पाळीपूर्वी मातीत मिसळून घ्यावीत जेणेकरून ती मुळ्याच्या कक्षेत जातील. पेरणी नंतर दिलेले खत (**टॉप ड्रेसिंग**) स्फुरद, पालाश, माती आड होत नाहीत म्हणजेच मुळयांच्या कक्षेत जात नाहीत. नत्राचा वापर पेरणीच्या वेळेस एक चतुर्थांश दयावा व उर्वरित तीन चतुर्थांश नत्राची मात्रा दोन ते तिन टप्प्यात पिक वाढीच्या अवस्थेत करावा.

कॅल्शियम, मॅग्नेशियम आणि सल्फर पिकास जमिनीमधून वर्षातून एक वेळेस द्यावे आणि नंतर पिकामध्ये कमतरता आढळून आल्यास त्यांचा वापर फवारणीद्वारे करावा. सूक्ष्मअन्नद्रव्य मिश्रण ग्रेड I वर्षातून एकवेळेस जमिनीतून 10 किलो द्यावे व त्यानंतर कमतरता आढळल्यास फवारणीद्वारे त्यांची पूर्तता करावी.

❖ कोणती अन्नद्रव्ये पिकामध्ये आणि मातीमध्ये किती चालतात ?

नायट्रेट नत्र, सल्फेट स्वरूपातील सल्फर व बोरॉन मातीमध्ये चांगले चालतात म्हणजे त्यांची मातीमध्ये चांगली हालचाल होते. त्यामुळे टॉप ड्रेसिंग मध्ये युरिया सोबत बोरॉन दिला जातो. मध्यम चालणारे अमोनियम नायट्रोजन, पोटॅशियम, कॅल्शियम, मॅग्नेशियम व मोलाब्द हि अन्नद्रव्ये आहेत आणि अत्यंत कमी किंवा न चालणारी अन्नद्रवे फॉस्फरस, कॉपर, फेरस, मॅंगनीज आणि झिंक आहेत ती ज्या ठिकाणी दिली जातात त्याच ठिकाणी पडून राहतात त्यामुळे शक्यतो ही सूक्ष्मलद्रव्ये फवारणी मधून दिली जातात. परंतु चिलेटेड स्वरूपातील कॉपर, फेरस, मॅगिनीज, झिंक हे मातीमधून दिल्यास ती मातीमध्ये फिक्स होत नाहीत व पिकास उपलब्ध होतात.

❖ फॉस्फरिक ऍसिड : (00:52:00) वापर करावा का ?

डीएपी, एमओपी, टीएसपी यासारखी खते तयार करण्यासाठी फॉस्फरिक ऍसिडचा वापर केला जातो. मातीमधून फॉस्फरिक ऍसिड दिल्यास जिवाणू, गांडूळ, सूक्ष्मजीव मरतात व इतर सूक्ष्मलद्रव्य उपलब्धतेवर त्याचा विपरीत परिणाम होतो तसेच मातीचा पीएच बदलतो त्यामुळे फॉस्फरिक ऍसिड चा वापर काळजीपूर्वक करावा.

फॉस्फरिक ऍसिड मुळे मातीच्या कण रचना सुधारण्यास मदत होते, अचल (फिक्स) संयुग स्वरूपातील फॉस्फरस व ईतर अन्नद्रव्ये फॉस्फरिक ॲसिडमुळे विरघळून उपलब्ध स्वरूपात येतात व पिकास उपलब्ध होतात. फॉस्फरिक ॲसिड वापराचे प्रमाण महिण्यातून एक वेळेस एकरी 1 - 2 किलो पेक्षा जास्त नसावे.

❖ बल्क फर्टीलायझर ठिबक (पाण्यात विरघळून) मधून द्यावीत का ?

संयुक्त खते जसे की युरिया, डीएपी, एसएसपी, एमओपी, एसओपी, 24:24:00:08 इत्यादी खते पाण्यामधून द्यावयाची असतील तर काय काळजी घ्यावी. कोणती खते पाण्यात शंभर टक्के विरघळतात किंवा ठिबक मधून देऊ शकतो याबाबत खालील प्रमाणे सांगता येईल

- युरिया, 24:24:00:08, अमोनियम सल्फेट व एसओपी (SOP) पांढरे पोटॅश ड्रिप मधून देता येते.
- 10:26: 26, 12:32:16 पाण्यात संपूर्णपणे विरघळत नसल्यामुळे ठिबक मधून देऊ नये किंवा त्याचा फायदा होत नाही.

❖ डीएपी आणि सिंगल सुपर फॉस्फेट पाण्यात विरघळूवुन द्यावे का ?

डीएपी मध्ये पाण्यात विरघळणारा फॉस्फरस 31% असतो म्हणजे 46 चे 31% येते 14 किलोग्रॅम पाण्यात विरघळणारा फॉस्फरस 100 किलो डिएपी असतो त्यामुळे डीएपी पाण्यात विरघळून पिकास दिल्यास केवळ 31 % फॉस्फरस पिकास मिळतो आणि उर्वरित वाया जातो त्यामुळे डीएपी खत फवारणीसाठी वापरू नये. युरिया, एमओपी (पांढरे पोटॅश), 12:32:16, ही खते पाण्यात विरघळून देऊ शकतो. एसएसपी मध्ये 50% जिप्सम, 14% पाण्यात विरघळणारा स्फुरद व 4% फॉस्फरिक ऍसिड असते. एसएसपी पावडर स्वरूपातील पिकास फवारणी द्वारे देता येते.

❖ कोणती खते एकमेकात मिसळून द्यावीत ?

- ✓ युरिया व एमओपी सोबत मिसळून देता येतात तसेच डीएपी व एमओपी मिसळून देता येते परंतू युरिया व डीएपी मिसळून देऊ नयेत कारण त्यामध्यून अमोनियम कार्बोनेट तयार होऊन नत्राचा अपव्यय होतो.
- ✓ युरिया व एसएसी मिसळून देऊ नये त्यामुळे अमोनियम फॉस्फेट तयार होते व खताची कार्यक्षमता घटते.
- ✓ डीएपी, एसएसपी व 10: 26 :26 या खतासोबत झिंक सल्फेट किंवा कॅल्शियम फॉस्फेट वापरू नये.
- ✓ कॅल्शियम नायट्रेट आणि कॅल्शियम फॉस्फेट सोबत मिसळून वापरू नये, कारण संयुक्त खतामधील फॉस्फरसचे फिक्सेशन होते.
- ✓ सल्फेट स्वरूपातील खतामधील फॉस्फरस, सल्फेटमधील सल्फर यांचे सोबत संयुगे तयार होतात . जी पाण्यात विरघळत नाहीत, त्यामुळे पिकास उपलब्ध होत नाहीत.
- ✓ मॅग्नेशियम सल्फेट पाण्यात विरघळते ते इतर संयुक्त खतासोबत वापरल्यास त्याची पाण्यात विरघळण्याची क्षमता कमी होते त्यामुळे मॅग्नेशियम सल्फेट वेगळे द्यावे तसेच मॅग्नेशियम सल्फेट, सल्फर सोबत देता येते.
- ✓ सल्फर जमिनीत गेल्यानंतर मातीचा पीएच कमी करून इतर अन्नद्रव्याची उपलब्धता वाढविते व इतर अन्नद्रव्ये उचल करण्यास मदत करते त्यासाठी सल्फरचा वापर हा कॅल्शियम व सोडियमचे प्रमाण जास्त असलेल्या जमिनीत वारंवार करावा.

❖ पाण्यात विरघळणाऱ्या खताचा वापर कसा करावा ?

ज्या जमिनीचा पीएच जास्त आहे, चुनखडीचे प्रमाण जास्त आहे, क्षाराचे प्रमाण जास्त आहेत अशा जमिनीमध्ये बल्क फर्टीलायझर वापरली तर ती जास्त प्रमाणात फिक्स होतात. पाण्यात विरघळणाऱ्या खताचा पीएच कमी असतो जो की सर्वसाधारणपणे 3 ते 5 % असतो (00:60:20 या खताचा पीएच 2.5 आहे) त्यामुळे पीएच जास्त असलेल्या जमिनीमध्ये पीएच कमी करण्यासाठी पाण्यात विरघळणाऱ्या खताची मदत होऊ शकते तसेच पाण्यात विरघळणारी खते ठिबक मधून दिल्यास ठिबकची यंत्रणा (ड्रिपर, लॅटरल) आपोआप स्वच्छ होते .

भाजीपाला आणि फळबाग पिकाची अन्नद्रव्याची गरज जास्त असते आणि संयुक्त खताचा उपलब्ध होण्यासाठीचा कालावधी जास्त असल्याने व ती जमिनीमध्ये जास्त प्रमाणात स्थिर होत असल्यामुळे बाजारामध्ये सध्या वेगवेगळ्या ग्रेडची पाण्यात विरघळणारे खते उपलब्ध होत आहेत. काही खत उत्पादक पिकाचे ग्रेड हे कस्टमाईज करून विशिष्ट पिकासाठी आवश्यक असलेल्या अन्नद्रव्याचे ग्रेड उपलब्ध करून देत आहेत.

पाण्यात विरघळणारे खताच्या उपलब्धत होण्याचा कालावधी पुढील प्रमाणे आहे. नत्र 3 ते 4 दिवसात लागू होतो तर 7 ते 8 दिवसात संपतो, स्फुरद 7 ते 10 दिवसात लागू होतो व 15 ते 20 दिवसात संपतो तर पोटॅश 10 ते 15 दिवसात लागू होण्यास सुरवात होतो 20 ते 25 दिवसात संपतो.

कोणत्याही पिकाची सुरुवातीच्या वाढीच्या अवस्थेमध्ये फॉस्फरसची गरज जास्त असते त्यामुळे पिक वाढीच्या सुरुवातीच्या टप्प्यात स्फुरद हा पाण्यात विरघळणारे खतामधून द्यावा आणि पोटॅशची गरज फळ पक्वतेच्या वेळी जास्त असते अशा वेळेस 00:00:50 किंवा 00:52:34 वापरल्यास फळ पक्व होणेस मदत होते.

पाण्यात विरघळणाऱ्या खतांच्या किमती खुप जास्त आहेत व त्या दिवसेंदिवस वाढत आहेत त्यामुळे या खताचा वापर शेतकऱ्यांनी विचारपुर्वक करावा ही खते आठवड्यातून एक वेळेस पिक वाढीच्या अवस्थेनूसार एकरी 1 - 5 किलो या प्रमाणात द्यावीत. शक्यतो प्रत्येक पाण्यासोबत ही खते पिकास द्यावीत परंतू त्यांची मात्रा कमी करावी ज्यामुळे खताची कार्यक्षमता वाढते, पिक उत्पादनात वाढ होऊन उत्पादन खर्च कमी करता येईल.

❖ युरियाचा वापर केल्यास पिकावर किड व रोग जास्त येतात का ?

युरियामध्ये नत्र हे अमाईड फॉर्म मध्ये असते ते सूक्ष्मजीवाकडून अमोलिकल फॉर्ममध्ये रूपांतरित होते व शेवटी नायट्रेट स्वरूपात पिकास उपलब्ध होते, नायट्रेट स्वरूपातील नत्राचे प्रमाण पिकामध्ये वाढल्यामुळे पिकास लुसलुशीतपणा येतो, नायट्रेट (पाण्यात विरघळणारे नत्राचे स्वरूप) प्रमाण वाढल्यास " **ग्लुकोनेट** " चे प्रमाण वाढते व हे किड व रोगास आवडते त्यामुळे शिफारसी पेक्षा जास्त प्रमाणात नत्राचा वापर केल्यास पिकावर किड रोगाचे प्रमाण वाढू शकते.