

# तरकारी बालीमा खाद्यतत्व कमी तथा बढीका लक्षणहरू

( भाग - २ )



## लेखक

काजहिको वातानावे (जापानी)

## अनुवादक

सदानन्द जैसी

सत्यनारायण मण्डल

निर्धन महतो

चन्द्र प्रसाद रिसाल

किरणहरि मास्के

चियो बुन्या



**jica**

# तरकारी बालीमा खाद्यतत्व कमी तथा घटीका लक्षणहरू

(भाग - २)



## लेखक

काजुहिको वातानावे (जापानी)

## अनुवादक

सदानन्द जैसी

सत्यनारायण मण्डल

निर्धन महतो

चन्द्रप्रसाद रिसाल

किरणहरि मास्के

चियो बुन्या

श्री ५ को सरकार

कृषि तथा सहकारी मन्त्रालय

कृषि विभाग

बाली विकास निर्देशनालय

माटो परीक्षण तथा सेवा शाखा

हरिहर भवन, ललितपुर, नेपाल

२०६० (२००४)



**jica**

---

---

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| लेखक                        | काजुहिको वातानावे<br>(जापानी)   |
| अनुवादक                     | सदानन्द जैसी<br>सत्यनारायण मण्डल<br>निर्धन महतो<br>चन्द्र प्रसाद रिसाल<br>किरणहरि मास्के<br>चियो बुन्या |
| प्रकाशक                     | जाईका नेपाल<br>(JICA, NEPAL)  |
| सर्वाधिकार                  | लेखकमा सुरक्षित   |
| संस्करण                     | दोश्रोबाट रुपान्तरीत  |
| प्रति                       | १२००  |
| कम्प्युटर टाईप              | भलाकाजी राई   |
| ग्राफिक डिजाइन/स्क्यान/इङ्ग | क्वालिटेक स्क्यान, त्रिपुरेश्वर<br>फोन ४२६ १३१४   |

---

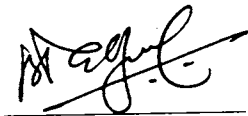
---

माटो परिक्षण तथा सेवा शाखाले माटो व्यवस्थापन पक्षमा माटो जाँच सेवाको साथै माटोको उर्वरा शक्ति वढाउन विविध पक्षमा अग्रसरता देखाएको छ । कार्यक्रमलाई प्रभावकारी रुपमा लानको लागि प्रविधि प्रसारण पनि एउटा मुख्यकारक तत्व हो । यो कारक पक्षलाई सकृय र सृद्ध पाउँ लाने क्रममा बुकलेट, पम्पलेट, कितावहरु प्रकाशन गर्दै आएको छ । आज आएर जापानी लेखक श्री काजुहिको वातानाबे (Kazuhiko Watanabe) द्वारा लिखित “तरकारीवालीमा खाद्यतत्व कमी तथा वढीका लक्षणहरु” कितावलाई नेपाली अनुवाद गरेर कृषि कर्मीहरुलाई गाईडबुकको रुपमा प्रदान गर्न लागेकोमा प्रविधि विकाशमा एउटा खुडकिलो पिएको महसुस गरेको छु । विरुवाको खाद्यतत्वको कमी भएर तथा वढी भएर वाली उत्पादनमा पर्न सक्ने प्रभावलाई कसैले नकार्न मिल्दैन । आज विभिन्न वालीहरुमा यस्को प्रत्यक्ष प्रभाव परिसकेको छ र यस कितावले उक्त असरलाई सुल्झ्याउन गहन भूमिका खेल्ने छ भन्ने कुरामा म पूर्ण विश्वस्त छु ।

अतः सर्वप्रथम आफ्नो कृतिलाई नेपालीमा रुपान्तरण गर्न अनुमति दिएकोमा लेखक श्री काजुहिको वातानाबेलाई धन्यवाद दिन चाहन्छु । यो कितावको सम्पूर्ण व्यवस्थापनमा लागेकी चियो बुन्या पनि धन्यवादकी पात्र छन् । माटो सेवाशाखाका सम्पूर्ण कर्मचारीहरु जो अनुवादमा संलग्न हुनुहुन्छ, वहाँहरुलाई पनि धन्यवाद दिन चाहन्छु ।

अन्त्य तर महत्व पूर्ण पक्षमा यो कितावलाई प्रकाशनमा ल्याई दिएकोमा जाइका नेपाल (JICA Nepal) लाई पनि धन्यवाद दिन चाहन्छु ।

धन्यवाद ।



शिवसुन्दर श्रेष्ठ  
महा निर्देशक  
कृषि विभाग

## Preface to Nepalese Edition

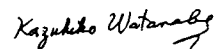
The first version of this book was published in Japan about two decades ago. It was translated into Chinese, and the Chinese edition was published in 1999. Japanese edition has also been reprinted in Japan this year. Many people know the merit of this book. This book is one of the long-time best sellers in agricultural technology publications in Japan.

Mineral nutrition is essential for crop production. Deficiency and excess of mineral elements greatly influence the crop production quantity and quality. Chemical analysis in the conventional laboratory takes a lot of time and labor. The quick testing method shown in this book can simply and immediately test crop and soil nutrient levels. Moreover, the techniques described in this book do not require much expense. I recommend you to put this method to practical use in Nepal. Though many elementary testing methods are described in this book, it is best to begin by using the testing methods of nitrogen, phosphorus and potassium that are especially sensitive and useful in practical agriculture.

Distinguishing nutritional disorders from pest damage is very important in diagnostic practice. Similar to mineral nutritional disorders, pest damage is also common. In this book, many photographs of pest damages that appear similar to nutritional disorders are shown. These symptoms are slightly different depending on the specific crop and variety. I have included hints about the best approach and the way of thinking that accompanies the techniques described in this book.

The translation of this book into Nepalese resulted from the great assistance and conviction of Ms. Chiyo Bunya, Senior Volunteer of JICA (Soil management). I am also thankful for the cooperation of S.N. Jaishy, S.N. Mandal, C.P. Risal, and K.H. Maskey in the Soil Testing & Service Section of the Nepalese Government who translated this book from Japanese into Nepalese. On behalf of the translators and myself, I would like to express our sincere hope that this book can contribute to the development of Nepalese agriculture.

December 2003



Kazuhiko Watanabe

नेपाल कृषि प्रधान देश हो । कृषिको मूल आधार भनेको माटो हो । यो नै खाद्यतत्वको भण्डार हो । माटो व्यवस्थापन भनेको ज्ञान मात्र नभएर व्यवहारिक दक्षता पनि हो । व्यवहारिक दक्षतामा सरकारी र गैर सरकारी संस्थाका व्यक्तिहरु निपुण हुन सकेमा मात्र कृषकमा सक्षम सही प्रविधि पुग्न सक्छ र कृषकको समस्यालाई हल गर्न सकिन्छ । नेपाल एउटा सानो देश भएपनि यहाँको हावापानी र वातावरणमा विविधता छ र यहाँको माटोमा विभिन्न खाद्यतत्वको समस्या टड्कारो रुपमा देखा परेको छ । खाद्यतत्वको समस्यालाई सजिलै पहिचान गर्न र समाधान गर्न सजिलो छैन । यो अष्ट्यारोलाई कसरी अघि लैजाने भन्ने सोचले सताई रहेको बेलामा जापानी वैज्ञानिक काजुहिको वातानावेज्यूको आफ्नो कृति तरकारी बालीमा खाद्यतत्व कमी तथा बढीका लक्षणहरुलाई नेपालीमा रुपान्तर गरी कृषि कर्मीहरु र कृषक समक्ष लान अनुमति दिएर हामीलाई ठूलो गुन लगाउनु भएको छ । रंगिन तालिका, माटो र विरुवाको सजिलो विश्लेषण र सुधारका उपायहरु यस किताबका विविधता हुन् । यो किताबको अनुसरण गर्दा खाद्यतत्व समस्या हो या रोग किराको समस्या हो त्यसलाई राम्रोसँग जानकारी गर्न सकिन्छ र सही सुभाव दिन सकिन्छ भन्ने हामीलाई लागेको छ । हामी सबैले यो आशा राखेका छौं कि यो किताब कृषि क्षेत्रका सम्पूर्ण कर्मीहरुलाई सहयोगी सिद्ध हुनेछ ।

यो किताबलाई यो रुपमा ल्याउन यस शाखाका सम्पूर्ण विज्ञहरु दत्तचित्तसँग लागे पनि चियो बुन्या (MS. Chiyo Bunya) र चन्द्र प्रसाद रिसालको विशेष योगदान भएको हामीले महसुस गरेका छौं ।

सर्वप्रथम लेखक प्रति हामी सबैले आभार व्यक्त गर्दछौं । जाइकाले यसलाई प्रकाशन खर्च व्यहोरी दिएकोमा हामी जाइका प्रति पनि आभारी छौं । यस शाखाका सम्पूर्ण कर्मचारीहरु सदानन्द जैसी, सत्यनारायण मण्डल, निर्धन महतो, चन्द्र प्रसाद रिसाल, किरणहरि मास्के, भिस्मकान्त घिमिरे, यादव सिलवाल, बलबहादुर थापा, कृष्णदेव मण्डल, लवकुश शर्मा, कमलकृष्ण भण्डारीको साथै चियो बुन्या, सुधिर पौडेल, चन्द्र बुढा, रामस्वार्थ यादव पनि यस कार्यालयमा रही विविध काममा सहयोग गर्नु भएकोमा उहाँहरुलाई पनि धन्यवाद दिन चाहन्छौं ।

श्रीमान् महानिर्देशक श्री शिव सुन्दर श्रेष्ठ, उपनिर्देशकद्वय श्री शुक्र कुमार प्रधानज्यू र श्री दमन बहादुर ढुंगानाज्यू साथै बाली विकास कार्यक्रम निर्देशक श्री हरी भण्डारी ज्यूको सक्रिय सहयोग प्रति धन्यवाद दिदै आभार व्यक्त गर्न चाहन्छौं ।



सदानन्द  
जैसी



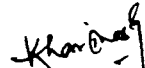
सत्यनारायण  
मण्डल



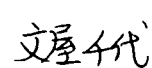
निर्धन  
महतो



चन्द्र प्रसाद  
रिसाल



किरणहरि  
मास्के



चियो  
बुन्या

**विषय****पेज नम्बर**

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| नाईट्रोजन                          | १-८   |
| फस्फोरस                            | ९-१४  |
| पोटासियम                           | १५-२१ |
| क्याल्सियम                         | २२-२८ |
| म्याग्नेसियम                       | २९-३४ |
| फलाम                               | ३५-४१ |
| बोरोन                              | ४२-४९ |
| मैंगानिज                           | ५०-५६ |
| जस्ता                              | ५७-६३ |
| तामा                               | ६४-६७ |
| निककेल                             | ६८-७२ |
| अरु तत्वहरु                        | ७३-७६ |
| सरल परिक्षण विधिका आधारभूत पक्षहरु | ७७-८४ |





# नाइट्रोजन (Nitrogen)

कृषकहरूको खेतबारीमा तरकारी बालीमा हुने असामान्य अवस्था (Disorder) छुट्टयाउन माटो बिज्ञहरूलाई न्यान सजिलो हुँदैन । खाद्यतत्वहरूको कमी अथवा बढीले भन्दा रोग तथा कीराहरूको कारणले गर्दा धेरै किसिमका असामान्य अवस्थाहरू ल्याउने गर्दछन् । यसका साथै बाहिरी वातावरणीय अवस्थाले जस्तै: तापक्रम, चिस्यानको अवस्था आदिले पनि खाद्यतत्वको बढी अथवा कमी हुने लक्षणलाई प्रभाव पार्दछ तथा मिल्दा-जुल्दा देखिन्छन् ।

खाद्यतत्वहरूको असन्तुलनले गर्दा देखिने असामान्य लक्षण र रोग अथवा कीराले गर्दा देखिने असामान्य लक्षणहरूलाई छुट्टयाउन यहाँ केही प्रयास गरेका छौं । यसका साथै चित्रमा खाद्यतत्वहरूको कमी अथवा बढी भएर हुने लक्षण मात्र नभएर रोग तथा कीराहरूबाट पनि हुने उस्तै खालका लक्षणहरूको पनि चित्रमा देखाइएको छ ।

यसका साथै रासायनिक विश्लेषणको पनि आवश्यक पर्दछ । त्यसैले सरल तरिकाबाट खेतबारीमा नै जाँच गर्न सकिने तरिका पनि यसमा समावेश गरेका छौं ।

यो किताव माटो विज्ञानमा काम गर्ने प्राविधिकहरूको लागि उपयोगी हुने आशा गरेका छौं र यसमा भएको रसायन विज्ञान सम्बन्धी विषयवस्तु केही विशेष खालका छन् भने अर्कोतिर बाली विज्ञान तथा रोग विज्ञान सम्बन्धी विषयवस्तुहरू प्रचलित नै छन् ।

## नाइट्रोजनको कमी (Nitrogen Deficiency)

### कमीको लक्षणहरू (Deficiency symptom):

मुख्यतया नाइट्रोजनको कमी भएमा बाली विरुवा राम्रोसँग बढ्न सक्दैनन् र सबै पातहरू पहेँलो हुन्छ । पहेँलोपना बोटको तल्लो भागबाट शुरु हुन्छ । पहेँलोपना पातको नशाहरूको बीचबाट शुरु हुन्छ र पछि नशाको हरियोपना पनि रहँदैन । जराको वृद्धि कम हुन्छ तर बोटको माथिल्लो भाग ओइलाउने गर्दैन ।

छिप्पिसकेको बोटमा पछि गएर नाइट्रोजन कमी हुन्छ । छिप्पिसकेको बोट भन्नाले त्यसमा Anabolism को तुलनामा Catabolism प्रक्रिया बढी हुन्छ । उदाहरणको लागि रोप्न ढिला भएका बेनाहरूलाई छिप्पिएका बेना भनिन्छ । यस्तोमा प्रकाश संश्लेषण (Photosynthesis) क्रियाकलाप घट्बढ र नाइट्रोजनको कमीले गर्दा न्यूक्लिक एसिड (Nucleic acid) र प्रोटीन (Protein) बन्ने प्रक्रिया पनि घट्छ । त्यसैले जब छिप्पिएको बेना रोप्पौ भने त्यस्तैबाट बढी उत्पादनको आशा गर्न सकिदैन ।

त्यस्तै गरेर बोटको वृद्धि दर घट्नु पनि नाइट्रोजनको कमी भएको लक्षण हो । यसले गर्दा काँक्रोको फल बाड्गो हुन्छ, भाण्टाको फल भर्छ, र यस्तै लक्षण देखिन्छन् ।

### कमी हुनाका कारणहरू (Causes of deficiency):

सामान्यतया रासायनिक मलको कमी नहुँदा पनि नाइट्रोजनको कमी देखिने धेरै कारणहरू छन् । उदाहरणको लागि काठको धूलो मिसिएको राम्रोसँग विघटित नभएको प्रागारिक मलको प्रयोगलाई लिन सकिन्छ । यदि माटोमा पर्याप्त मात्रामा नाइट्रोजन नभएमा अथवा समय मै थप मल दिन नसकेमा पनि चाँडै छिप्पिने हुन्छ । धेरै फल लाग्नाले, वनस्पतिक वृद्धि (Vegetative growth) मा प्रतिस्पर्धा हुनाले पनि छिप्पिने कृयालाई नजिक्याउँदछ ।



खाद्यतत्व कमी भएको भुइँकाफल का जराहरू: (धाराको पानी प्रयोग गरिएको परीक्षण) नाइट्रोजन कमी हुँदा जराको अवस्था अत्यन्त नाजुक भएको पाइयो भने बोरान कमी हुँदा जराहरू कालो रङमा बलिएको पाइयो ।

### मिल्दाजुल्दा लक्षणहरू (Similar Symptoms):

गन्धकको कमी, फलामको कमी र म्याग्नेसियमको कमी हुँदा पनि नाइट्रोजनको कमी हुँदा जस्तै लक्षणहरू देखा पर्दछन् । सल्फरको कमी र नाइट्रोजनको कमी छुट्टयाउन त्यति सजिलो छैन । किनकी दुवैमा पातको नशा सहित पूरै पात पहेँलो हुन्छ । दुवै तत्वहरू प्रोटीनका अंश हुन् । बोटमा सल्फर तत्वको परिवहन नाइट्रोजनको परिवहन भन्दा कम हुन्छ । त्यसैले धेरैजसो पहेँलोपना नयाँ पातबाट शुरु हुन्छ । यसका साथ सल्फरको कमी हुँदा पहेँलोपनाको मात्रा त्यति बढी हुँदैन । पातको रङ्ग फिक्का हरियो हुन्छ । सल्फरको कमी जापानमा नगण्य रूपमा छ । त्यसैले यो मलखादको मात्रा र मलखाद प्रयोग गरेको किसिमबाट पनि छुट्टयाउन सकिन्छ ।

फलामको कमी हुँदा नयाँ पातको रङ्ग पूर्णतया पहेँलन्छ । अर्कोतिर पुराना पातको रङ्ग भने विरलै पहेँलो देखिन्छ ।

म्याग्नेसियमको कमी हुँदा पहेँलोपना बोटको तल्लो पातहरूबाट शुरु हुन्छ तर पातको नशाहरू हरियो नै रहन्छ ।

रोग तथा कीराहरूले गर्दा पनि बोट बिरुवामा धेरै नोक्सानी पुर्‍याउँछ, जस्को कारणले पूरै बोट अथवा पातहरूलाई पहेंलो गर्छ।

बोट बिरुवाको रोगहरू जस्तै: फ्युजरियम (Fusarium) र भर्टिसिलियम (Verticillium) ले गर्दा पनि बोट बिरुवाहरूको तल्लो पातहरू पहेंलो हुन्छ। गोलभेंडामा जरामा गाँठा पर्ने (Root Knot) ले क्षती पुर्‍याउँदा पनि तल्लो पातहरू पहेंलो हुन्छ। रोग तथा कीराबाट हुने पहेंलोपनालाई नाइट्रोजनको कमीबाट हुने पहेंलोपनाबाट छुट्याउन सकिन्छ, किनभने यस्मा दिउँसोको समयमा बोट ओइलाउँछ र पहेंलोपनाको लक्षण खेतबारीमा सबै ठाउँमा एकैनाशको हुँदैन। यदि जरामा रोग लागेको खण्डमा जरामा निरीक्षण गर्‍यो भने जरा भित्रको नशाहरू खैरो रङ्गमा परिवर्तन भइरहेको हुन्छ र यदि माटोको जुका (Nematode) ले आक्रमण गरेको हो भने त्यहाँ धेरै गाँठाहरू हुन्छ।

फेरि नाइट्रोजन कमीबाट हुने पहेंलोपना र रोग कीराबाट क्षती भएर हुने पहेंलोपनाको फरकहरूमा जस्तै: जापानिज मूलामा हुने पहेंलो, भुईँकाफलको फुजरियमले ओईलाउने (Fusarium wilt of strawberry), बन्दा र भाण्टामा हुने पहेंलो आदि फुजरियमले गर्दा हुन्छ। बन्दा, गोलभेंडा र भेंडेखुर्सानी (Sweet papper) मा हुने Verticillium wilt पनि Verticillium को कारणले गर्दा हुन्छ। यसले गर्दा पनि पहेंलो पहिचान गर्ने मुख्य आधार ओइलाउने हो। तर विचारणीय कुरा के छ भने ओइलाउने लक्षण सधैं देखा पर्दैन। यो बादल लागेको र पर्याप्त सिँचाई भएको बेलामा देखिँदैन।

जब सुलसुले (Mites) र Thrips ले नराम्ररी आक्रमण गर्दछ, तब पनि तल्लो पातहरू पहेंलो हुन्छ। यी सुक्ष्म जीवहरू साधारणतया देख्न गाह्रो हुन्छ, तर यसलाई ठीक तरिकाले निरीक्षण गर्‍यो भने जाँच्न सकिन्छ। खास गरेर यिनीहरू पातको तलतिर बस्ने परजिवी हुन् र यिनीहरूले आक्रमण गर्दा पात खस्रो पानीले भिजेको जस्तो देखिन्छ। यो लक्षण म्याग्नेसियमको कमी हुँदाको लक्षणसँग मिल्दो-जुल्दो हुन्छ। नि:सन्देह, पहेंलोपना पानीमा डुब्दा अथवा केही रसायनहरूको प्रयोगले पनि हुन्छ।

### रोकथामका उपायहरू (Measure to meet deficiency):

पातमा युरियाको ०.२-२.५ प्रतिशतको घोल छर्कने सिफारिस गरिन्छ। हालै तयार पारिएको सुक्ष्मतत्वहरूको यौगिकको घोल पनि पातमा छर्कने गरिन्छ। माटोबाट नाइट्रोजनको चुहावट हुनबाट रोक्न रासायनिक मललाई बाहिरबाट खोलको रुपमा प्रयोग भएको मल प्रयोग गर्नु बढी उपयुक्त देखिन्छ, तर जेसुकै भए तापनि सबभन्दा महत्वपूर्ण कुरा माटोमा राम्ररी विघटित भएको प्रांगारिक मलको प्रयोग गरेर उर्बराशक्ति बढाउनु नै ठूलो हो।

## नाइट्रोजनको बढी (Nitrogen Excess):

### बढीको लक्षणहरू (Excess symptoms):

नाइट्रोजन बढी भएमा पातको रङ्ग गाढा हरियो रङ्गमा परिणत हुन्छ र बिरुवाको वृद्धिदर पनि बढी हुन्छ। सामान्य अवस्थामा भन्दा नाइट्रोजन तत्व बढी भएको बेलामा प्रकाश संश्लेषित कार्बोहाइड्रेट सेलुलोज बन्ने प्रक्रियामा भन्दा प्रोटीन बन्ने प्रक्रियामा बढी प्रयोग हुन्छ, जसले गर्दा बोट कमजोर हुन्छ। फल लाग्ने तरकारी बालीमा नाइट्रोजन बढी हुनाले असामान्य वृद्धि हुन्छ अथवा कोपिलाको विकास र बोटको बढ्ने दुप्पाहरूमा कोष विकासमा प्रभाव पार्दछ। उदाहरणको लागि गोलभेंडा र भाण्टामा कोपिला झर्ने र नयाँ भर्खरको फल झर्दछ, अर्को उदाहरणमा भुईँकाफल (Strawberry) मा कोपिलाको विकास ढिला हुन्छ। गोलभेंडाको हकमा फलको आकार एकैनासे (Irregular) हुन्छ, गोलभेंडा बोटको डाँठमा प्वाल हुन्छ र खरबुजामा बोटको वृद्धि धेरै हुन्छ। बेनाँ अवस्थामा बढी नाइट्रोजनयुक्त मलको प्रयोग भएमा यो अवस्था आउन सक्दछ। त्यसैले बोट बिरुवाको शुरुको अवस्थामा बढी रासायनिक मलको प्रयोग गर्ने सुझाव दिइँदैन।

खरबुजामा कुहिएको गन्ध आउने, बाहिरी छालामा दाग हुने र भाण्टामा म्याग्नेसियमको कमीको लक्षण देखापर्दछ (अन्तरनशीय पहेंलोपना देखिने)। यी नाइट्रोजन बढी भएर देखिने लक्षणहरू हुन्।

कहिलेकाहीँ पात खाने तरकारी बालीहरूमा नाइट्रोजन र क्याल्सियमको असमान पोषण देखिन्छ। जस्तै गर्दा क्याल्सियमको कमी हुँदाको लक्षण देखा पर्दछ। उदाहरणको लागि चाइनिज बन्दा र सेलेरीमा कोपिला कुहने (Bud rot), बन्दा र जिरीको साग (Lettuce) मा पातको किनारा कुहने (Leaf margin rot)। क्याल्सियमको कमी भएको लक्षण देखाउनुको कारण शुरुको अवस्थामा बारम्बार नाइट्रोजनयुक्त मलको प्रयोग गर्नु हो। जरे तरकारी बालीमा नाइट्रोजन बढी हुने लक्षण धेरै कम मात्र भेटिन्छ। जापानिज मूलामा हुने जरा फुट्ने (Forked root of Japanese radish) रोग पनि नाइट्रोजन बढी भएर हुने हुन्छ।

यी बाहेक, बढी मात्रामा नाइट्रोजन मलको प्रयोग गर्नाले ब्याक्टेरिया सफ्ट रट (Bacteria soft rot) पनि लाने गर्दछ।

### बढी हुनाका कारणहरू (Causes of excess symptoms):

माटोमा भएको नाइट्रोजनको मात्राको मूल्यांकन नगरी बढी मात्रामा नाइट्रोजनयुक्त मल प्रयोग गर्नाले यस्तो अवस्था आउँछ। बोट बिरुवाले नाइट्रोजन सोस्ने प्रक्रियामा तापक्रम तथा चिस्यानले प्रभाव पार्दछ।

### मिल्दा-जुल्दा लक्षणहरू (Similar Symptoms)

भेंडे खुर्सानीमा Broad mite सुलसुलेले क्षती गर्दा पनि नाइट्रोजन बढी भएको बेलामा जस्तै लक्षण देखिन्छ। दुबै अवस्थामा पातको दुप्पो खुम्चिने र पातको सतह खस्रो हुन्छ। भुईँकाफल (Strawberry) मा मलको मात्रा बढी भएमा पातहरू तल्लो किनाराबाट सुक्न

थाल्छ । नयाँ जरा पलाउतमा कम हुन्छ र जरा गाढा खैरो रङ्गमा परिणत हुन्छ । Phytophthora को कारणबाट हुने Red Stele मा पनि यस्तै किसिमको लक्षणहरू देखिन्छन् । Red stele को हकमा जराको केन्द्रीय भागमा गतो वान्किको खैरो हुन्छ । तर नाइट्रोजनको मात्रा बढी भएर क्षती हुँदा त्यस्तो हुँदैन । नाइट्रोजनको उच्च मात्राले र Verticillium wilt ले क्षती गर्दा यस्तै प्रकारको देखिन्छ । किनकि रोग लागेको शुरू अवस्थामा तल्लो पातहरूको किनाराबाट मर्न थाल्छ । रोग लाग्दाको मुख्य लक्षणहरूमा प्याजी खैरो रङ्गको लामो धकां अथवा दागहरूको साथै डाँठ पनि बाँझो हुन्छ । जब बोटको टुप्पो (Crown) को अथवा डाँठलाई सानो-सानो टुक्रा गरेर हेरेमा नशाहरू (Conducting vessels) खैरो रङ्गको देखिन्छ । बोटको टुप्पा काटेर हेर्ने रोगका किटाणु पहिचान गर्ने यो एउटा मुख्य तरीका हो । बोट बिरुवाका धेरै किसिमका रोगहरूले डाँठ भित्रको नशाहरूलाई खैरो रङ्गको बनाउँछन् । Bacterial wilt, Anthracnose र Fusarium wilt रोग लाग्दा बोटको माथिल्लो भागको लक्षण मलको मात्रा बढी भएर हुने लक्षण भन्दा फरक हुन्छ तर जसमा देखिने लक्षण चाहिँ उनै देखिन्छन् ।

पोषण तत्वको गढबढीले भएको हो वा रोग किटाणुले गर्दा भएको फरक छुट्टयाउने एउटा तरीका यस प्रकार छ ।

Bacterial wilt को हकमा यदि बोटको टुप्पा (Crown) पानीमा राखेर काटेमा दुध जस्तो सेतो रस नशाहरूबाट निस्कन्छ । Fusarium wilt को हकमा यदि बोटको टुप्पा (Crown) लाई काटेर केही चिस्यान भएको प्लाष्टिकको थैलीमा १/२ दिन हालेमा दुसी देखा पर्दछ ।

यी माथि दिइएका तरीकाहरू धेरै सजिलो हुनुको साथै धेरै किसिमका तरकारी बालीहरूमा जीवाणुहरू पहिचान गर्नको लागि उपयोगी छन् ।

### रोकथामका उपायहरू (Measures to meet excess):

माटोमा भएको नाइट्रेट नाइट्रोजन पानीसँगै जान्छ । उदाहरणको लागि माटो जस्मा विद्युतीय सवाहन शक्ति (Electric conductivity)  $\times$  ms/cm जति भएकोमा दक्षतापूर्ण व्यवस्थापन गरेर काँक्रोको खेती गर्न सकिन्छ । भुईँकाफल (Strawberry) खेती गर्न पनि माटोमा भएको नूनको मात्रालाई घटाउन छापोको साथै नलीबाट सिँचाई गरेर पनि गर्न सकिन्छ, तर विचारणीय कुरा चाहिँ मलखादको मात्राको परीक्षण गरी उचित मलको प्रयोग गर्नु पर्दछ ।

### एमोनियम-नाइट्रोजनको विषालुपना (Toxicity of Ammonium-Nitrogen):

यो कुरा सर्वविदितै छ कि तरकारी बालीले एमोनियम-नाइट्रोजन भन्दा नाइट्रेट-नाइट्रोजनको रूपमा नाइट्रोजनको उपयोग गर्दछ । कुसिफेरी (Cruciferae) वर्ग (चाईनिज बन्दा, जापानिज मूला, बन्दा) हरूको एमोनियम-नाइट्रोजनसँगको सहन गर्ने सीमा कम छ । त्यसपछि आलु भाण्टा वर्ग (Solanaceae) (गोलभेडा, भेंडे खुर्सानी) र चिनो पोडिऐसी (Chenopodiaceae) वर्ग (पालक) हरूको पनि सहन सीमा कम छ । अर्कोतिर घाँस वर्ग (Gramineae) (मकै, Sorghum) र कम्पोजिटी (Compositae) वर्ग (जिरीको साग) हरूलाई एमोनियम-नाइट्रेटसँग पूरै सहन सक्ने क्षमता छ । अर्को अम्बेलिफेरी (Umbelliferae) वर्ग (गाँजर) र गुलाफवर्ग (Rosaceae) (घ्यू फल) को पनि सहन सीमा बढी छ । दलहन (Leguminosae) वर्ग (Kidney bean) र काँक्रो फर्सी (Cucurbitaceae) वर्ग (काँक्रो)हरूमा न धेरै न थोरै सहन सिमा छ ।



एमोनियम-नाइट्रोजनको विषालुपनाले बोटको जरा, प्रकाश संश्लेषण प्रक्रिया, पोलिसाकाराइड बन्ने प्रक्रियालाई अवरोध गर्छ । पोषणतत्वहरूको सोस्ने कुरामा पनि यसले अवरोध गर्छ । यसले क्याल्सियम र म्याग्नेसियमको शोषणलाई अवरोध गर्छ तर पोटासलाई भने यसले असर गर्दैन । यी माथि उल्लेखित विषालुपनाले बढी मल प्रयोग गरेको अवस्थामा Cruciferae तरकारी बालीमा क्याल्सियमको कमीले हुने असर र Solanaceae तरकारी बालीमा म्याग्नेसियमको कमीले हुने असरको सम्बन्ध नरहेको कुरा देखिदैन ।

### नाइट्राइट-नाइट्रोजनको विषालुपना (Toxicity of Nitrite Nitrogen):

सामान्यतया खेतबारीमा एमोनियम नाइट्रोजन ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) प्रयोग गर्दा २/३ हप्ता भित्र नाइट्रेट-नाइट्रोजन ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) मा परिणत हुन्छ । तर धेरै मल प्रयोग गरेको अवस्थामा Nitrification गर्ने ब्याक्टेरियाहरूको कृयाकलाप Chloropicrin ले गर्दा घटन जान्छ र नाइट्राइट-नाइट्रोजन ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ) माटोमा जम्मा हुँदै जान्छ । नाइट्राइट-नाइट्रोजन ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ) हावामा उडेर जान्छ र उत्पादनमा धेरै कमी ल्याउँछ । बोट बिरुवाको जराले नाइट्राइट-नाइट्रोजन ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ) सोस्नाले बिरुवामा विषालुपना बढ्दछ र यसको विषालुपनाबाट हुने असर यस प्रकारको

छ । जनावरहरुको सम्बन्धमा नाइट्राइट-नाइट्रोजन ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ) ले हेमोग्लोबिनको काम/क्याकलापलाई रोक्छ, जसले गर्दा Methemoglobinaemia ल्याउँछ र यो भन्ने गरिन्छ कि एमिनो एसिड (Amino acid) र नाइट्राइट (Nitrite) मिलेर Nitrosamine बन्ने गर्दछ, जुन चिज क्यान्सर (Cancer) रोगका कारक मानिन्छ ।

पानीमा उमानै प्रविधि (Hydroponics) अनुसार धानलाई उमारेर हेर्दाको तथ्य अनुसार जब अम्लियपना ( $\text{pH}$ ) तटस्थ र नाइट्राइट-नाइट्रोजन ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ) को मात्रा ४ मि.इ. (५६ पि.पि.एम.) थियो, धान बालीको वृद्धि धेरै नै घटेको पाइयो । अर्कोतिर Cruciferae (बन्दा), Solanaceae (भाण्टा) र Cucurbitaceae (काँक्रो) बालीहरुको वृद्धिमा केही प्रभाव पारेन । Compositae (जिरीको साग), लसुन-प्याज समूह, (Liliaceae- welsh प्याज), Chenopodiaceae (पालक) र Umbelliferae (गाँजर) को वृद्धिमा ३०-५० प्रतिशत घटेको पाइयो । यसको अर्थ बालीहरुले धेरैजसो नाइट्राइट-नाइट्रोजन ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ) भन्दा नाइट्रेट-नाइट्रोजन ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) बढी मन पराउँछ । जब बोट बिरुवाको जराले नाइट्राइट-नाइट्रोजन ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ) सोस्दछ तब यो सिधै बोट बिरुवाको माथिल्लो भागमा जान्छ, यो बोटहरुको लागि विषाक्त हुन्छ । अर्कोतिर जुन बोटहरुको जरामा बढी एमिनो एसिड (Amino acid) बन्ने क्रिया हुन्छ । त्यस्ता बोटहरुमा ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ) नाइट्राइट सहन सक्ने क्षमता हुन्छ र केहिले त्यस्ता नाइट्राइटलाई प्रयोग पनि गर्न सक्छ । साधारणतया तरकारी बाली नाइट्राइट मन पराउने बालीहरुमा पर्दछ र तिनीहरुमा नाइट्रेट र नाइट्राइटलाई reduction गर्ने प्रक्रिया हुन्छ । माटोको प्राकृतिक अवस्थामा नाइट्रेटको मात्रा ५६ पि.पि.एम. भन्दा कम धेरै कम मात्र पाइने गर्दछ । माटोमा अम्लियपनाको मात्रा जति बढी हुन्छ त्यसैले नाइट्राइटको विषालुपना पनि बढी हुन्छ । उदाहरण तौ लागि यदि माटोको अम्लियपना ६ बाट ५ भएमा विषालुपनाको मात्रा दोब्बर हुन्छ । यो प्रतिक्रिया  $\text{HNO}_2$  को छुट्टिने प्रक्रियासँग सम्बन्धित छ । जब अम्लियपना तटस्थ हुन्छ, तब  $\text{NO}_2^-$  को मात्रा बढ्ता हुन्छ तर जब अम्लिय हुन्छ  $\text{HNO}_2$  को मात्रा बढ्ता हुन्छ ।

त्यस्तै गरेर एमोनियम (Ammonium) को विषालुपनाको मात्रा पनि अम्लियपना भर पर्छ । जब क्षारिय हुन्छ, क्षती धेरै बढ्छ । यसको कारणमा  $\text{NH}_4\text{OH}$  क्षारिय अवस्थामा बढी क्याशिल हुन्छ र यसको अणु  $\text{NH}_4^+$  को भन्दा सानो हुन्छ । एमोनियमको आयन ( $\text{NH}_4^+$ ) तटस्थ अवस्थामा बढी क्याशिल हुन्छ । त्यसैले एमोनियम हाइड्रोक्साइड ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) बिरुवाको कोष झिल्ली (Cell membrane) बाट छिरेर Cytoplasm मा जान सक्छ ।

नाइट्राइटको विषालुपनाले गर्दा हुने केही लक्षणहरु फलामको कमीबाट हुने लक्षणहरु जस्तै देखिन्छन् । यति मात्र नभएर नाइट्राइटले गर्दा फलामको कमीको लक्षण देखिने कुरा गरिन्छ । एउटा प्रतिवेदनमा यो पनि उल्लेख गरिएको थियो कि फलामको घोललाई बोटहरुमा छर्दा खेरी नाइट्राइटले क्षति गरेको लक्षण सुधेको पाइयो । प्रतिवेदनले नाइट्राइटको क्षति गर्ने प्रक्रियाबारे यो कुराको पनि सहमति गर्‍यो कि नाइट्राइटले हेमोप्रोटीन (Hemoprotein) मा भएको फलामसँग प्रतिक्रिया गर्दछ र यसको क्याकलाप लाई रोकिदिन्छ ।

### ग्यासयुक्त नाइट्रोजन यौगिकद्वारा हानी (Harm by gaseous nitrogen compound):

तरकारी बालीहरुले पातलो एमोनिया ग्यास तथा नाइट्राइट ग्यास पातको छिद्र (Stomata) को बाटो गरेर शोसेर लिन सक्छ र नाइट्रोजनको रुपमा प्रयोग गर्ने गर्दछ । उदाहरणको लागि जब धानको बोटलाई ०.३ पि.पि.एम. को नाइट्राइट ग्यासमा लगातार राखी राखेमा यसको वृद्धि नाइट्राइट ग्यास नराखेकोमा भन्दा बढी हुन्छ । यसको अर्थ बोटहरुमा नाइट्रोजन ग्यासयुक्त वस्तुलाई पचाउने शक्ति हुन्छ । तर जब ग्यासको मात्रा सिमा भन्दा बढी भएमा यसले इन्जाइम (Enzyme) को क्याकलापलाई रोक्ने काम गर्दछ । जब ग्यासको मात्राले धेरै बढी नभएमा यसबाट हुने लक्षणहरु देखाउँदैन तर तरकारी बालीको वृद्धिलाई रोक्ने गर्छ । त्यसैले ग्यासको गाढा मात्राले नरामरी हानी पुर्‍याउँदा कहिलेकाहीं छलफलको विषय बन्दछ ।

हरितगृह (Green house) मा ग्यासले गर्दा तरकारी बालीमा हुने क्षती, जब नाइट्राइटको मात्रा ३ देखि ४ पि.पि.एम. र एमोनियाको मात्रा १० पि.पि.एम. भन्दा बढी भएमा प्रष्ट रुपमा देखिन्छ ।

### लक्षणहरु (Symptoms):

नाइट्राइट-नाइट्रोजन ग्यासले बीच भाग तिरको पातहरु जुन सबभन्दा बढी क्याशिल वा सक्रिय हुन्छन्लाई क्षती/हानी गर्दछ । अर्कोतिर माथिल्लो भाग तिरको नयाँ पातहरुलाई त्यति हानी गरेको देखिदैन ।

एमोनिया ग्यासको कुरा गर्दा यसले बीच र तलको पातहरुलाई सबभन्दा बढी क्षती गर्छ । भण्टामा तल्लो पातहरुलाई क्षति गर्दछ र साथै पात भर्दछन् । ग्यासले गर्दा हुने क्षतिका केही लक्षणहरु मिल्दा-जुल्दा पनि पाइन्छन् । दुवैकोमा लक्षणहरु पातको नशाहरुको बीचमा अथवा पातको किनारामा देखिन्छन् । नयाँ पातहरुमा त्यति धेरै क्षति गरेको देखिदैन । क्षति गरेको पातहरुलाई शुष्मदर्शक यन्त्रमा हेर्दा दुवैका पातमा हुने छिद्र (Stomata) र छिद्रको (Stomata) वरिपरीको भागलाई क्षति पुर्‍याएको देख्न सकिन्छ ।

जब एमोनिया ग्यासमा खुला राखेर तुरुन्तै निरीक्षण गरेमा बोटको पातहरुमा पानीका फोकाहरु (Blister) देखिन्छ जुन नाइट्राइट ग्यासले क्षति गर्दाको लक्षण भन्दा फरक देखिन्छ तर सूर्यको किरण पातमा परेपछि दुवै पातहरु सेतो हुन्छ । एमोनिया ग्यासले क्षति गरेको पातहरुमा पछि खैरो अथवा पहेँलो रङ रहन्छ तर नाइट्राइटले क्षति गरेको पातमा कुनै रङ देखाउँदैन । यसका अलावा एमोनिया ग्यासले क्षति गरेकोमा पातको किनारामा क्षति गरेको र नगरेको प्रष्ट रुपमा देखिदैन ।

धेरै प्रतिवेदन अथवा रिपोर्टहरुले यही कुरा देखाउँछ कि नाइट्राइटले गर्ने क्षति बादल लागेको बेला भन्दा सूर्यको प्रकाश भएको बेलामा कम हुन्छ । तिनीहरुको प्रतिक्रिया यो छ कि नाइट्राइट पचाउनको लागि आवश्यक हुने वस्तु ( $\text{NADPH}$ ) प्रकाशको उपस्थितिमा

मात्र बन्ने गर्छ । तर यस कितावका लेखकले जब बोटलाई ग्याँसमा राखेर पछि छार्यामा राख्दा कम मात्र हानी भएको पाए । यसको कारणमा कडा सूर्यको प्रकाशमा पानीको गति बोटको क्षति भएको ठाउँमा पुग्न धेरै कम भयो जस्तै गर्दा बोटको तन्तुहरूमा पानीको अभावले Dehydration भयो ।

### तरकारी बालीहरूमा ग्याँसबाट हुने क्षति सहन सक्ने गुण:

आलु-भाण्टा जाती (Solanaceae) जस्तै: (गोलभेंडा, भेंडेखुर्सांनी, भाण्टा) र गुलाफ जाती (Rosaceae) जस्तै: (भुईँकाफल) हरूले एमोनिया ग्याँस सहन सक्दैनन् । काँक्रो-फर्सी जातीले (Cucurbitaceae) जस्तै: (खर्बुजा, काँक्रो) ले तुलनात्मक हिसाबले केही सहन सक्छन् । नाईट्राइट ग्याँसले गर्ने क्षतिको बारेमा यस्ता धेरै प्रतिवेदनहरू पाइन्छन् । कोशेबाली जाती (Leguminosae) जस्तै: (भटमास, पिन्ट बोडी (Pintbean), आलु-भाण्टा जाती जस्तै: (भाण्टा, गोलभेंडा, भेंडेखुर्सांनी) र काँक्रो-फर्सी (Cucurbitaceae) जस्तै: (काँक्रो, तरबुजा) हरू नाईट्राइट ग्याँससँग संवेदनशिल छन् । क्रुसिफेरी (सलगम), रोजेसि (भुईँकाफल) र कम्पोजिटी (जिरीको साग) हरूले केही मात्रामा सहन सक्छन् । ग्रामिनी (धान) र भिटासी (अंगुर) ले बढी नै सहन सक्छन् ।

### ग्याँसले क्षति गर्ने कारणहरू:

हरितगृहमा ग्याँसले गर्ने क्षति धेरैजसो हिउँदमा देखा पर्छ, जब धेरै दिन बादल लागेर घाम लाग्छ । यस्तो अवस्थामा माटोमा शुष्म जीवहरूको क्याकलाप बढ्ने गर्छ । धेरै मलको प्रयोगको कारणले पनि ग्याँसको प्रकोप ल्याउँछ । जब माटोको अम्लियपना ( $P^H$ ) ७.५ भन्दा बढी हुन्छ, एमोनिया ग्याँस निस्कन्छ र जब माटोको अम्लियपना ५ भन्दा कम हुन्छ तब नाईट्राइट ग्याँस निस्कन्छ । यो थाहा भएकै कुरा हो कि एमोनियम-नाईट्रोजन एमोनिया ग्याँसमा परिवर्तन हुँदा यो क्षारीय वस्तु जस्तै: चुनसँग मिसिएर निस्कन्छ । त्यसैले यस्तो अवस्थामा माटोको अम्लियपना बढेकै हुनुपर्छ तर अम्लियपना सधैं नै बढी हुँदैन । नाईट्राइट-नाईट्रोजन, जुन एमोनियम र नाईट्रेटको अक्सिडेसन भएर बन्ने गर्दछ, जस्को कारणले माटो अम्लियमा परिवर्तन हुन्छ । एमोनिया ग्याँस निस्किसकेपछि माटोको अम्लियपनालाई मात्र सुधार गर्न पर्याप्त हुँदैन । खेतबारीमा प्रयोग गरेको एमोनियम-नाईट्रोजन नाईट्रोजोमोनासले नाईट्राइटमा परिवर्तन गरिदिन्छ अनि नाईट्रोब्याक्टरले नाईट्रेट-नाईट्रोजनमा परिवर्तन गरिदिन्छ । नाईट्रोब्याक्टर जस्को क्याकलाप धेरै मलको प्रयोग भएमा र अक्सिजनको मात्रा कम भएमा घट्न जान्छ । यी नाईट्रोजोमोनासको तुलनामा वातावरण परिवर्तनसँग धेरै नै संवेदनशिल छन् । जस्को परिणाम जब माटो अम्लिय हुन्छ नाईट्राइट जम्मा हुन थाल्छ र ग्याँस निस्कन थाल्छ । हरितगृहमा जहाँ बढी मलको प्रयोग भएको छ । त्यस ठाउँमा नाईट्राइट-ग्याँसले क्षति गरेको देखियो । हरितगृहमा भएको धेरैजसो माटोलाई सुधारन सकिएन र राम्ररी नपाकेको कम्पोष्ट प्रयोग गरियो अथवा बढी पानीले गर्दा पनि अक्सिजनको कमी हुन्छ ।

### मिल्दा-जुल्दा लक्षणहरू (Similar Symptoms):

उदाहरणको लागि कहिलेकाहीँ मृगौले सिमी (Kidney bean) मा नाईट्राइट ग्याँसले क्षति गर्ने लक्षण र सल्फाइड ग्याँसले गर्ने लक्षण मिल्दो-जुल्दो हुन्छ । हेरेर केले गर्दा क्षति भएको छुट्याउन त्यति सजिलो छैन । केही रोगका लक्षण र कीराको क्षतिबाट हुने लक्षण पनि नाईट्राइट-ग्याँसले क्षति गर्दा हुने लक्षण जस्तै हुन्छ ।

गोलभेंडामा एमोनिया ग्याँसले गर्दा क्षतिको लक्षण र *Phytophthora infestans* ले गर्दा हुने डडुवा रोग (Late Blight) को लक्षण पनि उस्तै-उस्तै देखिन्छ । डडुवा रोगले गर्दा पातमा भिजेको दागहरू जस्तो देखिन्छ र वसन्त ऋतुको शुरुमा फैलिन्छ जुन एमोनिया ग्याँसले क्षति गर्ने जस्तै हुन्छ । मुख्य भिन्नताको कुरा यो छ कि डडुवा रोग धेरै चाँडै २/३ दिन भित्र नै फैलिन्छ र पातलाई भिजेको कोठामा राख्दा पातको सतहमा दुसी (Molds) देखा पर्दछ ।

### ग्याँसको क्षतिबाट बचाउने उपायहरू (Measures to prevent gas damage):

हावाको संचार राम्रो गरेर माटोलाई अक्सिडाइज्ड (Oxidized) रूपमा राख्नु ग्याँसको क्षतिबाट बच्ने राम्रो तरिका हो । बढी पानीको प्रयोग गरेर बढी खाद्यतत्वहरू पछालेर हटाउनु पनि व्यर्थ हुन्छ । यसको विपरीत यसो गर्नाले क्षतिको मात्रा भन्दा बढी हुन्छ । बलौटे माटोमा ग्याँस समाहित गर्ने शक्ति कम हुन्छ । त्यसैले मसिना (साना-साना कण) भएको माटोलाई माटोको सतहमाथि हाल्ने पनि एउटा उपाय हो । अरु तरिकाहरूमा नाइट्रिफिकेशन रोक्ने (Nitrification-inhibitors) वस्तुको प्रयोग गर्ने र माटोको अम्लियमान बढाउने हो तर यसो गर्नाले एमोनिया ग्याँसबाट हुने क्षतिलाई उक्साउने सम्भावना हुन्छ । यदि किसानको खेतबारीमा नाईट्राइट ग्याँस देखा परेमा विचार नै नगरी माथि भनिएका तरीकाहरू सिफारीस गरी नै हाल्नु हुँदैन । किनभने एमोनिया ग्याँसले क्षति गरिसकेपछि धेरै मात्रामा नाईट्राइट ग्याँस देखा पर्छ ।

### नाईट्रोजन जाँच गर्ने सरल तरिका (Easy Test for Nitrogen):

माटो र बोटबिरुवामा भएको खाद्यतत्वहरूको अवस्थाको जाँच विभिन्न रङ्गको आधारमा (Colorimetric) छुट्याउने तरिकाबाट गर्न सकिन्छ तर ती तरिकाहरू एक अर्कामा त्यति मिल्दाजुल्दा थिएनन् । यसका लेखकले फिल्ड स्तरमा उपयोगी हुने सरल र भरपर्दो जाँच गर्ने तरिका विचार गर्नु भयो । यी तरिकाहरू पनि जो यहाँ प्रस्तुत गरिएका छन्, ती पनि हालसालैका हैनन् । यसमा सिफारिस गरिएको तरिकाहरू किफायत, सरल र प्रभावकारी रूपका छन् । बोटबिरुवाहरूको लागि आवश्यक हुने सबै खाद्यतत्वहरूको जाँच गर्न सकिन्छ । असामान्य बोट

अथवा माटोलाई सामान्यसँग रङ्गको आधारमा त्यही समयमा जाँच गर्न सकिन्छ। यस्मा भिजेको नमुना (सुकाउनु आवश्यक छैन) लाई नै जाँच गर्ने सिफारिस गरिन्छ। यसमा नमूना जोख्ने र ठीक ठीक आयतन बनाउने समस्या पर्दैन तर आँखाको सहायताले उहि मात्राको माटो लिने गरिन्छ। आँखाले हेरेर मात्र लिने तरिकाबाट हुने गल्लिलाई फिल्ड स्तरमा नगण्य मानिन्छ। खेतको पहिचान गर्न EC (सुख्खा माटो: पानी = १:५) को जाँच गर्नु आवश्यक देखिन्छ र खाद्यतत्वहरूको परीक्षण गर्न सोही घोलको प्रयोग गर्न सम्भव देखिन्छ।

## भिजेको माटोबाट निस्सारण गर्ने तरिका (Extraction of moist Soil):

माटो विश्लेषणको लागि साधारणतया सुकाएको र छानिएको माटोको आवश्यक पर्दछ। माटो सुकाउनुको लागि धेरै समय लाग्छ। नेदरल्याण्डमा खेतको भिजेको माटोबाट निस्सारण गर्नको लागि माटोलाई जोखेर भन्दा आयतनको हिसावले निकाल्ने गरिन्छ। यसका लेखकले पनि जापानिज माटोको जाँचको लागि यही तरिका मिलाउनु भएको छ। तरिका यस प्रकारको छ:

बिको सहितको २०० मि.लि.को प्लाष्टिकको भाँडामा दुई ठाउँमा चिन्ह लगाउने जस्तै १४० मि.लि. र १६२ मि.लि. देखाउँछ। त्यसपछि १४० मि.लि.को चिन्हसम्म डिस्टिल पानी राख्ने। अनि त्यसमा भिजेको माटो राख्दै जाने, जबसम्म पानीको सतहले १६२ मि.लि.को चिन्हसम्म देखाउँदैन। अन्त्यमा यसबाट सुख्खा माटो र पानीको अनुपात १:५ हुन्छ।

यसका कारणमा जब माटोको मात्रा २२ मि.लि. छ र पानीको मात्रा १४० मि.लि. छ (आयतनको हिसावले १:६.३६) तल दिईएको अनुसार: खेती गरिको माटोमा करिब २०-३० प्रतिशत पानी हुन्छ र मध्यम अवस्थामा २५ प्रतिशत हुन्छ तर यो माटोको किसिममा भर पर्छ। माटोको आपेक्षिक घनत्व (Specific gravity) करिब २.३-२.७ हुन्छ र औषत अवस्थामा २.५ हुन्छ। माटोमा भएको प्राङ्गारिक पदार्थको आपेक्षिक घनत्व १.५-१.७ हुन्छ तर यसको मानलाई नगण्य लिइन्छ। किनकि यसको मात्रा कम हुन्छ। यसको हिसाब कसरी गरिन्छ भने भिजेको माटो जस्मा २५ प्रतिशत पानीको मात्रा छ भने त्यस्तो माटोमा ७५ ग्राम सुख्खा माटो र २५ ग्राम पानी हुन्छ। त्यसैले ग्याँसको भाग बाहेक घनाकार ठोस ५५ मि.लि. हुन्छ (सुख्खा माटोको घनाकार मात्रा: ७५ ग्राम/२.५ = ३० मि.लि., माटोमा पानीको घनाकार मात्रा: २५ मि.लि.)।

माथि उल्लेख गरिएको माटो र पानीको घोललाई ५ मिनेटसम्म हल्लाउने। घोलको पि.एच. र EC पि.एच. मिटरको सहायताले नाप्ने। पि.एच. नाप्नुको लागि रङ्गको आधारमा नाप्ने तरिका त्यति भरपर्दो हुँदैन। किनकि माटोले गर्दा रङ्गको एक रुपता हुँदैन। त्यसैले यो लेखकले रङ्ग हेरेर जाँच्ने तरिका प्रयोग गरेको छैन। साधारणतया माटोको पि.एच.नाप्न १:२.५ को अनुपातमा गर्ने गरिन्छ, तर १:५ को अनुपातमा पनि यसको मानमा त्यति फरक पर्दैन। यही घोलको प्रयोग गरेर EC पनि नाप्न सकिन्छ।  $P^H$  र EC माटो विश्लेषणमा धेरै आवश्यक छन्। खाद्यतत्व जाँच गर्नको लागि छानिएको (Whatman No. 42 बाट) भोल आवश्यक पर्दछ तर केही तत्वको लागि छान्नु आवश्यक छैन।

यसो छान्ने प्रक्रिया चाँडो नभएमा अथवा छानिएको भोल फर्ने चाँडो नभएमा र कहिलेकाहीँ यो धमिलो हुन्छ, यसको अर्थ माटोमा चिम्ट्याईलो कणहरू बढी भएको र माटोको संरचना पूर्ण नभैसकेको हुन सक्दछ।

आयतनको हिसावले खेतको भिजेको माटोबाट निस्सारण गर्ने तरिकाको फाइदा चाँडो हुने मात्र हैन कि खाद्यतत्वहरूको सुकाउँदा हुने परिवर्तन पनि हुन पाउँदैन। यसको कमजोरी पक्ष के छ भने माटोमा हुने पानीको मात्रा विभिन्न अवस्थामा भरपर्छ जस्तै गर्दा नतिजामा प्रभाव पार्दछ।

## जाँच गर्ने विधि र रङ्गको चार्ट हेर्ने तरिका (Procedure for Analysis and How to Judge by color chart):

### ● माटो:

छानिएको भोल २ मि.लि. टेष्ट ट्यूबमा राख्ने र अनि २ थोपा रिजेन्ट सलुसन ड्रपरको सहायताले अथवा एक सानो चम्चा (One earpick) रिजेन्ट पाउडर थप्ने। पछि ट्यूबलाई रङ्गको तालिकामा दाँजेर हेर्ने। रङ्गको तालिकामा पहिलो पल्ट छानिएको (Original filtrate) को मान पि.पि.एम. मा देखाइन्छ। पि.पि.एम. को आधाको अर्थ मि.ग्रा./१०० ग्रा. माटो हुन्छ। शुष्मतत्वको लागि जब मानलाई पाँच गुणा बढाउनुको अर्थ यस्मा मि.ग्रा./के.जी. माटोको इकाईमा आउँछ। यसको अर्थ मि.ग्रा./१०० ग्रा. माटोलाई दश गुणा गर्दा के.जी./हे.मा आउँछ। मुख्य तत्वको पहिचानको लागि मात्रालाई के.जी./हे. मा उल्लेख गर्नु बढी उपयुक्त देखिन्छ।

यी उल्लेख गरिएको तरिका पानीमा घुल्ने खाद्यतत्वसँग सम्बन्धित छ। त्यसैले यसको नतिजाबाट छिटो क्रियाशिल हुने मलको प्रयोग गर्न सम्भव हुन्छ।



भटमासमा विस्थानको असर: भटमासले तुलनात्मक रूपले बढी विस्थान सहन सक्ने भए तापनि विस्थानको मात्रा अत्याधिक हुँदा गीर्खा बनाउने ब्याक्टेरीयाको संख्या तथा कृष्याकलाप घट्ने र नाईट्रोजन स्थिरीकरण घट्ने गर्दा पात पहेलिने गर्दछ।

यस बाहेक उल्लेखित तरिकामा पहिलाको माटोको घोललाई डिस्टिल पानी थपेर १५ गुणा पातलो पार्न सकिन्छ र नतिजालाई रङ्गको तालिकामा जाँचेर हेर्न सकिन्छ र आएको नतिजालाई १५ ले गुणा गर्दा पहिलाको माटोको घोलमा भएको खाद्यतत्वको मात्रा दिन्छ ।

निःसन्देह, यसले माटोमा भएको खाद्यतत्वको यथार्थ जानकारी दिदैन । तर लक्षणको अनुमान गर्नलाई पर्याप्त सहयोग गर्छ र माटोको घोलमा भएको खाद्यतत्वको मात्रा पानीमा खेती गर्दा त्यो पानीमा (Hydroponic solution) हुने खाद्यतत्वको मात्रासँग मिल्दो हुन्छ ।

#### ● **बिरुवा:**

सर्वप्रथम पातको डाँठ (Petiole) लाई करिब २ मि.मि. जति मोटो गरी सानो-सानो टुक्रा पारेर काट्ने । करिब ०.२ ग्रा. काटिएको डाँठको टुक्राहरु २ मि.लि. डिस्टिल पानी हाल्ने र ५ मिनेट चलाउने । त्यसपछि रिजेण्ट घोल र अथवा रिजेण्ट पाउडर हाल्ने । नाईट्रेट-नाईट्रोजन, फास्फोरस, पोटासियम र म्याङ्गानिज जस्ताको लागि नछानिएको घोल नै परीक्षणको लागि प्रयोग गर्न सकिन्छ । जब बोटमा यथार्थ खाद्यतत्वको मात्रा जान्न आवश्यक भएमा जाँच गर्ने नमूनालाई दश गुणा बढाएर लिनु पर्दछ ।

#### **आवश्यक रिजेण्टहरु (Necessary):**

एमोनियम-नाईट्रोजनको लागि नेशलर्स रिजेण्ट (Nessler's reagent) को प्रयोग गरिन्छ । नाईट्रेट र नाईट्राइट-नाईट्रोजनको लागि ग्रिस-रोमिन (Griess-Romijn reagent (GR) को प्रयोग गरिन्छ । GR रिजेण्टलाई नाईट्रेट र नाईट्राइटको लागि भनेर वर्गीकरण गरिएको छ । यी रिजेण्टहरु बेच्ने गरिन्छ तापनि केही रसायनहरुबाट आफैले पनि तयार गर्न सकिन्छ । यो धेरै समयसम्म काम गर्न सक्छ । GR रिजेण्टलाई साधारण कोठाको तापक्रममा एकवर्षसम्म सुरक्षित राख्न सकिन्छ । त्यस्तै गरेर नेशलर्स रिजेण्ट (Nessler's reagent) लाई फ्रिजमा २ वर्षसम्म सुरक्षित राख्न सकिन्छ । Nessler's reagent लाई चाहिएको समयमा आवश्यक मात्रामा मात्र प्रयोग गर्नु उपयोगी हुन्छ र यो धेरैजसो कोठाको तापक्रममा फाट्ने (Precipitate) गर्छ । यदि यस्तो भएमा छानेर प्रयोग गर्नु उपयोगी हुन्छ ।

#### **जाँच गर्ने तरिका (How to test):**

p<sup>H</sup> र EC को जाँच गरिसकेपछि घोल (Suspended Solution) लाई Whattman No. 42 को फिल्टर पेपरबाट छान्नु पर्दछ । यदि मसिना कणहरु देखिएमा एकदमै ठीकसँग जाँच्नु पर्ने अवस्थामा बाहेक हटाउनु जरुरी छैन । एउटा टेष्ट ट्यूबमा २ मि.लि. छानिएको भोल राख्ने । त्यस्तै गरेर Nessler's reagent को लागि २ थोपा (करिब ०.१ मि.लि.) छानिएको भोलमा राख्ने र GR reagent को हकमा एउटा सानो चम्चा करिब २५ मि.ग्रा. जति छानिएको भोलमा राख्ने । अनि राम्ररी हल्लाउने र दश मिनेट पछि जाँच्ने । जब छानिएको भोलमा रिजेण्ट हाल्दा चाहिने मात्रा भन्दा आधा अथवा चाहिने मात्रा भन्दा दुई गुणा बढी भएसम्म यसले नतिजामा फरक पार्दैन । तर जब यो चाहिने मात्राको एक चौथाई भन्दा कम भएमा रङ्गको विकास कम हुन्छ र यो चाहिने मात्राको चार गुणा बढी भएमा रङ्गको गुण (Tone) नै फरक हुन्छ । यसको लागि रिजेण्ट हाल्ने वित्तिकै आएको रङ्गको गुण (Tone) नै फरक हुन्छ जुन रिजेण्ट हाल्ने वित्तिकै आएको रङ्गलाई पनि दाँजेर हेर्न सकिन्छ । तापनि GR reagent लाई पूरा रासायनिक प्रतिक्रिया भएर पूरा रङ्ग निकाल्नको लागि दश मिनेट लाग्छ । त्यसैले रङ्गको तालिका (Color chart) प्रयोग गर्दा त्यत्तिकै मिनेट राख्नु महत्वपूर्ण हुन्छ । छानिएको भोलको अम्लियपना (P<sup>H</sup>) ले नतिजामा प्रभाव पार्दैन । जबसम्म अम्लियपना चार र दशको बीचमा रहन्छ । पानीबाट नै एमोनियम-नाईट्रोजनलाई छुट्टयाउन (Extraction) सकिन्छ । त्यस्तै गरेर नाईट्रेट र नाईट्राईटलाई पनि । त्यसैले यो तरिकाबाट एमोनियम-नाईट्रोजनलाई रोक्न सम्भव हुन्छ । बिरुवाको नमूनाको लागि नाईट्रेट परीक्षण उपयोगी हुन्छ । पातमा बढी मात्रामा हरितकण (Chlorophyll) हुन्छ, जसले परीक्षण गर्दा रङ्गको विकास गर्नमा बाधा पुर्‍याउँछ । त्यसैले पातको डाँठ (Petiole) प्रयोग गर्नको लागि सिफारिस गरिन्छ । करिब २ मि.मि. मोटाईमा काटिएको ०.२ ग्रा. पातको डाँठमा (Petiole) २ मि.लि. पानी राख्ने । अनि ५ मिनेट चलाउने र अनि नाईट्रेटको लागि GR रिजेण्ट राख्ने । जति बिरुवा छिपिदै जान्छ, नाईट्रेटको मात्रा घट्दै जान्छ । त्यसैले बिरुवाको तुलना गर्दा उही उमेरको र उही स्थानको पात हुनु जरुरी हुन्छ ।

हरितगृहमा ग्याँसले क्षती गरेको पहिचान गर्नको लागि बिहान सबेरै प्लाष्टिकमा शितको थोपाहरु बटुल्न सिफारिस गरिन्छ । यसको परीक्षणको लागि माथि उल्लेख गरेको विधि अनुसार गर्न सकिन्छ ।

## पहिचान गर्ने मापदण्ड (Standard for diagnosis):

तालिकाले माटोमा रहेको पानीमा घुलनशील नाइट्रोजनको निर्धारण गर्ने मापदण्ड देखाउँछ ।

|                                | एमोनियम नाइट्रोजन |      |             |      |          | नाइट्रेट नाइट्रोजन |      |          |      |                       | नाइट्राइट नाइट्रोजन  |      |                             |      |       |
|--------------------------------|-------------------|------|-------------|------|----------|--------------------|------|----------|------|-----------------------|----------------------|------|-----------------------------|------|-------|
|                                | +                 | ++   | +++         | ++++ | +++++    | +                  | ++   | +++      | ++++ | +++++                 | +                    | ++   | +++                         | ++++ | +++++ |
| रङ्गको गाढापन                  |                   |      |             |      |          |                    |      |          |      |                       |                      |      |                             |      |       |
| मि.ग्रा./लि. जाँचको घोलको      | १                 | २.५  | १०          | १०   | ५०       | १                  | २.५  | ५        | २०   | ५०                    | ०.०५                 | ०.१  | ०.२५                        | १    | २.५   |
| मि.ग्रा./१०० ग्रा. सुक्को माटो | ०.५               | १.२५ | २.५         | ५    | २५       | ०.५                | १.२५ | २.५      | १०   | २५                    | ०.०२                 | ०.०५ | ०.१२५                       | ०.५  | १.२५  |
| के.जी./हे.                     | ५                 | १२.५ | २५          | ५०   | २५०      | ५                  | १२.५ | २५       | १००  | २५०                   | ०.२५                 | ०.५  | १.२५                        | ५    | १२.५  |
| ppm माटोको घोलमा               | १५                | ३७.५ | ७५          | १५०  | ७५०      | १५                 | ३७.५ | ७५       | ३००  | ७५०                   | ०.७५                 | १.५  | ३.७५                        | १५   | ३७.५  |
| मि.ई./लि. (me/l) माटोको घोलमा  | १.१               | २.७  | ५.४         | ११   | ५४       |                    | २.७  | ५.४      | २१   | ५४                    | ०.०५                 | ०.११ | ०.२७                        | १.१  | २.७   |
| नातजा वर्गीकरण                 | पर्याप्त          |      | केही<br>वढी | वढी  | धेरै वढी | कम                 | कोहि | पर्याप्त | वढी  | असजजनको<br>कमी/धेरै N | सचेत गर्ने<br>अवस्था |      | ग्यासबाट क्षती<br>हुने खतरा |      |       |

तालिकामा देखाइए अनुसार निर्णय गर्ने अथवा अनुमान गर्ने कुरा त्यति दृढ छैन । किनभने नाइट्रोजनयुक्त मलको आवश्यक मात्रा तरकारी बालीको उमेर र किसिममा भर पर्छ । खास गरेर खेतबारीमा घाँसपातले नछोपेको ठाउँमा नाइट्रेट पर्याप्त मात्रामा पाउँन सकिदैन । किनभने पानी पर्दा पानीसँगै रसाएर जान्छ । यसकारणले मापदण्डलाई तल्लो श्रेणीमा घटाउनु जरुरी हुन्छ ।

जलखेती तथ्याङ्क (Hydroponic data) जुन खेतबारीमा आवश्यक हुने नाइट्रोजनको मात्रा अथवा बढी भएर हानी हुनेलाई तुलना गर्ने उद्देश्यले माथिको तालिकामा माटोको घोलमा पि.पि.एम. (ppm in soil solution) भन्ने विषय उल्लेख गरिएको छ । साधारणतया हाइड्रोपोनिक घोलमा (Hydroponic solution) नाइट्रेट नाइट्रोजन ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) को मात्रा १६ मि.ई. (२२४ पि.पि.एम.) हुन्छ र एमोनियम-नाइट्रोजनको मात्रा १.३ मि.ई. (१८.२ पि.पि.एम.) हुन्छ । हरितगृहमा यदि एमोनिया ग्याँसले क्षति गरेको खण्डमा शीतको थोपाले एमोनियम-नाइट्रोजनको मात्रा +++++~+++++ देखाउँछ र यदि नाइट्राइट ग्याँसले क्षति गरेको खण्डमा यसले नाइट्राइट-नाइट्रोजनको मात्रा +++++ देखाउँछ । सामान्य अवस्थामा हरितगृह, शीतको थोपाले नाइट्राइट-नाइट्रोजन मात्रा (नाइट्राइट GR रिएजेण्ट सँग धेरै संवेदनशील हुनाले) +~++ देखाउँछ । GR रिएजेण्टसँग नाइट्राइटको संवेदनशीलता एमोनियम-नाइट्रोजनको तुलनामा २० गुणा बढी हुन्छ ।

बिरुवाको लागि पहिचान गर्ने मापदण्ड देखाइएको छैन । किनभने पातको डाँठ (Petiole) मा नाइट्रेट-नाइट्रोजनको मात्रा बिरुवाको जाति र वृद्धिको अवस्था अनुसार धेरै नै फरक पर्दछ । कूल नाइट्रोजनको मात्रा कमी भएको अवस्थामा दुई गुणा देखाउँछ भने अर्कोतिर बढी भएको अवस्थामा नाइट्रेट-नाइट्रोजनको मात्रा दश गुणा देखि एकसय गुणासम्मको फरक देखाउँछ । त्यसैले नाइट्रोजन खाद्यतत्वको अवस्था पहिचान गर्न पानीमा घुल्ने नाइट्रेटको मात्रा निकाल्ने उपयुक्त हुन्छ । माथि उल्लेखित गरिएका मुख्य कुरामा नमूना लिँदा सामान्य र असामान्य बिरुवाको उपयुक्त ठाउँबाट उही समयमा उतिकै मात्रामा बिरुवाको नमूना लिएर जाँच गर्नुपर्छ । हालसालै मात्र बिरुवामा भएको पानीमा घुल्ने नाइट्रोजनको मात्राको मापदण्डको विकास गरियो । उदाहरणको लागि बेमौसमी भुईँकाफल (Strawberry) को लागि जब पातको डाँठमा नाइट्रेटको मात्रा अक्टुबरको शुरुमा १०० पि.पि.एम. र अक्टुबरको पछाडि देखि नोभेम्बरसम्म २०० पि.पि.एम. देखि ४०० पि.पि.एम. हुँदा बढी उत्पादनको आशा गर्न सकिन्छ । काँक्रो-फर्सी (Cucurbitaceae) र काउली वर्ग (Cruciferae) तरकारी बालीको पातको डाँठमा धेरै नाइट्रेटको मात्रा हुन्छ । आलु-भाण्टा जाती (Solanaceae) मा केही कम हुन्छ र कोशेबाली जाती (Leguminosae) मा सबभन्दा कम हुन्छ । लसुन-प्याज जाती (Liliaceae) मा नाइट्रेटको मात्रा पातको डाँठमा केही मात्रामा हुन्छ तर जमिन मुनीको भागमा बढी हुन्छ । त्यसैले पहिचान गर्न सो भागको प्रयोग गर्न सम्भव हुन्छ ।

पातको डाँठलाई च्याप्ने औजार (Pliers) को सहायताले थिच्ने र थिचेर निस्केको डाँठको रसलाई प्रयोग गर्ने तरिका पनि सिफारिस गरेका पाइन्छ । तर यो लेखकले माथि उल्लेखित तरिकालाई नै अपनाएको छ । किनभने धेरैजसो डाँठबाट रस निकाल्न गाह्रो पर्ने र नाइट्रेट जाँचको लागि डाँठको टुक्राहरु (Sliced Petiole) बाट निकालिएको भोलबाट बढी प्रभावकारी हुन्छ । यदि तरकारी बालीले एमोनियम बढी भएको लक्षण अथवा नाइट्राइट बढी भएको लक्षण देखाए तापनि यिनीहरुको मात्रा डाँठमा पत्ता लगाउने सीमा भन्दा कम हुन्छ ।



# फस्फोरस (Phosphorus)

## फस्फोरसको कमी (Phosphorus Deficiency)

### कमीको लक्षण (Deficiency symptoms):

विरुवाको चयापचयी शक्ति (Energy Metabolism) मा फस्फोरसको प्रत्यक्ष संलग्नता रहने हुँदा यसको अभावमा विरुवाको टुप्पाको वृद्धि-विकास रोकिने गर्दछ। तर, विरुवामा फस्फोरसको गति (Movement) नाईट्रोजन, पोटासियम, म्याग्नेसियम आदिको जतिनै बढी मात्रामा हुने गर्दछ। पुराना पातमा जम्मा भएको फस्फोरस विरुवाको आवश्यकता अनुरूप नयाँ पातमा जान सक्ने भएको हुँदा फस्फोरस कमीको लक्षण जहिले पनि पुराना पातमानै पहिले देखा पर्दछ।

फस्फोरस कमीको लक्षण विरुवामा तीन प्रकारले देखा पर्ने गर्दछ। पहिलो प्रकारमा - पहेंलोपना (कहिले काही संतोपना) नाईट्रोजन कमीमा जस्तै तलका पातबाट देखा पर्ने शुरु गर्दछ। तर नाईट्रोजन कमीमा भन्दा भिन्न पातहरू तुरुन्तै मर्ने गर्दछन्। दोश्रो प्रकारमा - भुईँकाफल, भेडे खुसानी, भाण्टा आदिका पातहरू गाढा हरियो रङ्ग (नचम्कने) मा बदलिन्छन्। त्यसैगरी गोलभेंडा, बन्दाका पातहरू रातो-वैजनी रङ्गका हुने गर्दछन्। तेश्रो प्रकारकोमा फल पाक्न ढिलो हुने लक्षण पर्दछ। फस्फोरसले कोपिलाको विकासमा र फलको विकासमा सहयोग गर्ने गर्दछ।

फस्फोरस कमी भएको विरुवाको फूलमा हुने स्त्रीकेशर (Gynocium) को टुप्पो राम्ररी विकास हुन सक्दैनन्। जसका कारण फस्फोरस कमी भएका विरुवामा लाग्ने फल साना हुने र उत्पादन तथा गुणस्तर घट्ने गर्दछ।

माथि उल्लेखित तीन प्रकारका लक्षणहरू आँखाले देख्न सकिने र तुलना गर्न सकिने खालका हुन्। यी बाहेक कतिपय लक्षणहरू सुशुप्त किसिमका हुन्छन्। जसलाई प्रत्यक्ष रूपमा नदेखिइए तापनि विरुवाको वृद्धि विकासमा नकारात्मक असर पारिरहेका हुन्छन्। यस अवस्थाका विरुवाहरूमा फस्फोरसयुक्त मल प्रयोग गरेको खण्डमा सकारात्मक असर देख्न सकिन्छ। तर यस्ता सुशुप्त लक्षणहरू विरुवाको परीक्षण बिना किटान गर्न सकिदैन।

फस्फोरस कमी हुँदा विरुवाको पात पहेंलिने मुख्य कारण भनेको हरितकण (Chlorophyll) को खण्डिकरणले गर्दा नै हो। हरितकण (Chlorophyll) को खण्डिकरण पश्चात् पातमा क्यारोटिनयुक्त पहेंलो रंग (Carotene Yellow Pigment) बाँकी रहने हुँदा पात पहेंलिने गर्दछ। फस्फोरस कमी हुँदा केही विरुवाका पातहरू रातो-वैजनी रङ्गमा परिणत हुने गर्दछन्। यसको प्रमुख कारण फस्फोरसले चिनी (Sugar) को परिचालन (Movement) मा तथा चयापचयी (Metabolism) मा सहयोग पुऱ्याउने र यसको कमी हुँदा चिनी (Sugar) को परिचालन (Movement) मा कमी भई पातमा एन्थोसियनिडिन (Anthocyanidine) जम्मा हुने गर्दछ।

एन्थोसियनिडिन (Anthocyanidine) एक प्रकारको ग्लाइकोसाईड (Glycoside) हो जसको संरचनामा Glucose र अर्को प्रांगारिक यौगिक (Organic Compound) को संयोजन भएको हुन्छ। एन्थोसियनिडिन (Anthocyanidine) लाई Anthocyan Pigment ले चिन्ने गरिन्छ। Anthocyan को रङ्ग रातो, निलो, वैजनी रङ्गका हुने गर्दछ। यसरी रङ्गमा भिन्नता आउनाको कारण ग्लाइकोसाईड (Glycoside) को संरचनामा हुने ग्लुकोज (Glucose) र प्रांगारिक यौगिक (Organic compound) को भिन्नताले गर्दा नै हो। रातो-वैजनी रङ्गको गाढापन तथा फिक्कापन भने Anthocyan को मात्राको घटबढले गर्दा हुने गर्दछ। म्यापल (Maple tree), Winged spindle tree तथा Enkianthus perulatus आदिका पातको रङ्ग रातो हुनाको कारण पनि Anthocyan pigment जम्मा हुनाले नै हो। तर यसका पातमा Anthocyan जम्मा हुनाको कारण फस्फोरस कमीले नभै Petiole मा बन्ने Abscission layer (पात, फूल र फल फर्ने) ले गर्दा हो। यो Abscission layer ले चिनी (Sugar) को गति (Movement) रोक्ने र पातमा Anthocyan जम्मा हुने गर्दछ। Anthocyan जम्मा हुने कारण Sugar को कमीको साथसाथै यसलाई प्रकाशको अवस्था, कम तापक्रम तथा नाईट्रोजन कमीले सघाउने गर्दछ।

### कमी हुने कारणहरू (Causes of deficiency):

माटोको वर्गीकरण गर्दा Andosol समूहमा पर्ने माटोमा र अम्लिय माटोमा फस्फोरसयुक्त मल प्रशस्त मात्रामा प्रयोग गरि एन भने विरुवाको उत्पादन घट्न जाने हुन्छ। यी माटोहरूमा प्रयोग गरिएको फस्फोरस माटोमा रहेको घुलनशील अन्मुनियमसँग मिल्ने अघुलनशील यौगिक बन्ने गर्दछ, जसलाई विरुवाले लिन सक्दैन।



फस्फोरस माटोमा स्थिरिकरण हुने गर्दछ। यो माटोमा रहेका अल्मुनियम, फलाम, क्याल्सियम आदिसँग मिल्ने गर्दछ। फस्फोरस युक्त मलको रुपमा माटोमा प्रयोग गरिने सुपर फस्फेट (Super Phosphate) माथि उल्लेखित तत्वहरूसँग मिलाई अल्मुनियम फस्फेट, आइरन (III) फस्फेट, क्याल्सियम फस्फेट (डाइबेसिक र ट्राइबेसिक) मा बदलिने गर्दछन्। जसलाई विरुवाले लिन सक्दैनन्। क्याल्सियम फस्फेट (डाइबेसिक र ट्राइबेसिक) का रुपमा स्थिरिकृत फस्फोरस विरुवाको जराको श्वास-प्रश्वास तथा सुक्ष्म जीवहरूबाट उत्पन्न हुने कार्बन डाईअक्साइडद्वारा तटस्त (Neutral) माटोमा घुलनशील अवस्था (क्याल्सियम फस्फेट, मोनोबेसिक) मा बदलिने गर्दछ। तर अल्मुनियम फस्फेट र आइरन फस्फेटको रुपमा स्थिरिकृत फस्फोरस भने घुलनशील रुपमा परिणत हुन सक्दैनन् र विरुवाले प्रयोग गर्न सक्दैनन्।

माटोमा घुलनशील फस्फोरस रहे तापनि कुनैकुनै अवस्थामा विरुवाले प्रयोग गर्न सक्दैनन्। जस्तो कि कम तापक्रम भएको अवस्था। फस्फोरस शोषणको लागि शक्ति (Energy) को आवश्यकता पर्दछ। जुन कम तापक्रम भएको बखत जराको कृयाकलाप कम भएको अवस्थामा अपर्याप्त हुने गर्दछ। पोटासको शोषण पनि कम तापक्रमबाट प्रभावित हुने गरे तापनि यसको मात्रा फस्फोरसमा बढी हुने गर्दछ।

विरुवाको जराको वृद्धिले पनि फस्फोरस उपयोग गर्नमा मद्दत गर्दछ। नाईट्रोजन तथा क्याल्सियम पानीको चालसँगै माटोमा एक स्थानबाट अर्को स्थानसम्म सर्न सक्दछन्। तर फस्फोरस भने अचल (माटोमा) प्रकृतिको हुने हुँदा कलिला विरुवा जसका जराको पर्याप्त वृद्धि-विकास भई सकेका हुँदैनन्, तिनले फस्फोरस माटोमा भए तापनि भेट्न नसकी फस्फोरस कमीको लक्षण देखाउन सक्दछन्।

विरुवाले शोषण गर्ने खाद्यतत्वको मात्रा तीन कुरामा निर्भर गर्दछ। पहिलो: चापको फरकका कारण बग्ने पानीसँगै मिसिएर बहने खाद्यतत्वको मात्रा जसलाई आम वहाव (Mass flow) भन्ने गरिन्छ। यसमा माटोमा रहेका चल प्रकृतिका खाद्यतत्व पर्ने गर्दछन्। दोश्रो: जराको नजिकमा खाद्यतत्वको सतृप्तता कमी भई बढी भएको स्थानबाट सर्ने खाद्यतत्वको मात्रा जसलाई विसरण (Diffusion) भनिन्छ। त्यसैगरी तेश्रो: जराको वृद्धि (Root extension) हो। माथि उल्लेखित तीन कारक तत्वहरू मध्ये फस्फोरससँग बढी मात्रामा सम्बन्धित चाहि तेश्रो अर्थात् जराको वृद्धि हो। अन्य दुई त्यति धेरै सम्बन्धित छैनन्।

### मिल्दाजुल्दा लक्षणहरू (Similar symptoms)

गोलभेंडा, बन्दा तथा भुईँकाफलका पातहरू कम तापक्रमका कारण रातो-वैजनी रङ्गमा परिणत हुने गर्दछन्। यस्तो अवस्थामा फस्फोरस शोषणको मात्रा पनि घट्ने गर्दछ, तर Anthocyan को विकास भने सोको कारण भएको हुँदैन। प्रकाश संश्लेषणबाट बन्ने स्टार्च प्रायः गरी साँझको ४-५ घण्टाको समयमा विरुवाको विभिन्न भागमा बग्ने गर्दछ। यस प्रकार पातमा बनेको स्टार्च विरुवाको विभिन्न भागमा पुग्न अथवा बग्नको लागि उपयुक्त तापक्रमको आवश्यकता पर्दछ। काँक्रोको लागि  $16^{\circ}\text{C}$  उपयुक्त हुन्छ र गोलभेंडाको लागि  $13^{\circ}\text{C}$  उपयुक्त हुने गरेको पाइन्छ। काँक्रो र गोलभेंडामा क्रमशः  $10^{\circ}\text{C}$  र  $6^{\circ}\text{C}$  भन्दा कम तापक्रममा स्टार्च बग्ने क्रम धेरै मात्रामा घट्ने गर्दछ। फलस्वरूप फोटोसिन्थेसिसबाट उत्पादन हुने चिनी पातमै जम्मा हुन पुग्दछन्, जुन Anthocyan बन्नुको एक प्रमुख कारक हो।

रोग कीराका कारण पात रातो-वैजनी रङ्गमा परिणत हुने क्रिया कमै पाइन्छन्। एउटा उदाहरण गोलभेंडाको Virus रोगमा पाउन सकिन्छ। कुनैकुनै जातका गोलभेंडामा Virus का कारण पातका किनारा राता हुने गरे तापनि फस्फोरस कमीमा भन्दा भिन्न रुपमा पात पहेँला छर्कै रङ्गका, साना र खुम्चिएका हुने गर्दछन्। भाइरस रोगको बारेमा जानकारी नहुँदा यसलाई सुहाग या क्याल्सियम कमीको लक्षणसँग भुक्किन सकिन्छ।





गोलभेंडामा फस्फोरस कमीको अत्याधिक प्रभाव परेको खण्डमा बिरुवाका पातहरु अन्तिम अवस्थामा मर्ने गर्दछ जुन Bacterial canker सँग मिल्दो-जुल्दो हुन्छ। Bacterial canker मा पनि तल्ला पातका किनारा ओडलाउने, सुक्ने र बटारिने गर्दछ तर रोगको लक्षण बढ्दै जाँदा डाँठ र पातका डाँठ (Petiole) हरूमा धब्बा देखिने र डाँठको भित्री भाग खैरो, नरम र खाली हुने गर्दछ, जुन फस्फोरस कमीमा हुँदैन।

भाण्टामा फस्फोरस कमी हुँदा ठुप्पो नबढ्ने लक्षण चौडा सुलसुले (Broad Mite) को लक्षणसँग मिल्ने खालको हुन्छ। चौडा सुलसुलेहरु धेरै साना हुन्छन्, जसको वयस्क ०.२ मि.मि. सम्मका हुन्छन् भने बच्चाहरु अझ साना हुन्छन्, जसलाई खुला आँखाले देख्न सकिदैन। चौडा सुलसुलेका लक्षणहरु अन्य खाद्यतत्व समस्या अथवा रासायनिक विषादीहरुको समस्यासँग पनि भुक्तिकन सकिन्छ। चौडा सुलसुले प्रायः गरी तलका पातहरुमा बस्दैनन्। नयाँ पातको तल्लो भागमा यिनीहरुलाई पाउन सकिन्छ।

### रोकथामका उपायहरु (Measure to meet Deficiency):

लक्षण देखा परिसकेको अवस्थामा पोट्यासियम फस्फेट (मोनोबेसिक) वा क्याल्सियम फस्फेट (मोनोबेसिक) को ०.३ प्रतिशत देखि ०.५ प्रतिशत भोल पातमा छर्नु उपयुक्त हुन्छ। यसका अलावा माटोको प्रतिक्रिया सुधार गरी तटस्थ बनाउनु र प्रशस्त मात्रामा प्राङ्गारिक पदार्थ प्रयोग गर्नु राम्रो हुन्छ। अम्लिय माटोमा फस्फोरस स्थिरकृत हुने हुँदा तटस्थ गर्नु जरुरी हुन्छ। त्यसैगरी प्राङ्गारिक पदार्थ बढी मात्रामा प्रयोग गर्दा माटोको भौतिक गुणहरु सुधार हुने र जराको राम्रो वृद्धि हुने गर्दछ। यसका अलावा प्राङ्गारिक पदार्थले फस्फोरस स्थिरकृत हुन केही मात्रामा रोकथाम पनि गर्दछ।

ज्वालामुखीबाट बनेको माटो (Andosol) समूहको माटोमा प्रशस्त मात्रामा फस्फोरस प्रयोग गर्नु पर्दछ। किनकि यसमा धेरै मात्रामा आल्मुनियम हुने र आल्मुनियमसँग फस्फोरस मिलेर अघुलनशील आल्मुनियम फस्फेट बन्ने क्रम धेरै हुन्छ। साथै यस्तो प्रकृतिको माटोमा फस्फोरसयुक्त मल सम्भव भएसम्म बिरुवाको नजिकै लाइनमा प्रयोग गर्नु उत्तम हुन्छ।

फस्फोरसयुक्त मल प्रयोग गर्ने समय पनि धेरै महत्वपूर्ण हुन्छ। तरकारी बालीको करीब २० प्रतिशत जति वृद्धि-विकास हुँदा बिरुवालाई आवश्यक फस्फोरसको करीब आधा जसो फस्फोरसको खपत बिरुवाले गरी सक्दछ। तसर्थ फस्फोरसयुक्त मल बेर्ना हुर्काउने समयमै अथवा Basal dose मा नै प्रयोग गर्नु बढी उपयुक्त हुन्छ।

कतिपय बिरुवाले फस्फोरस कमीका लक्षणहरु देखाउँदैनन्। तर तिनीहरुमा फस्फोरसयुक्त मल प्रयोग गर्दा वृद्धि राम्रो भई उत्पादन बढ्ने गरेको पाइन्छ। यसलाई सुशुप्त लक्षण भन्दछन्। यस प्रकारको सुशुप्त लक्षण देखाउने बिरुवालाई तीन समूहमा वर्गीकरण गर्न सकिन्छ। पहिलो समूहका बिरुवाले थप फस्फोरसको मात्रा अनुसार राम्रो असर देखाउँछन्। यस समूहमा बन्दा (Cruciferae) गोलभेंडा (Solanaceae), जिरीको साग (Compositae), प्याज (Liliaceae) आदि पर्दछन्। त्यसैगरी मूला तथा गाँजरले थप फस्फोरसको असर देखाउँदैनन्। काँक्रो र भाण्टाले मध्यम खालको असर देखाउँछ। बन्दा र मूला दुवै Cruciferae परिवारका सदस्य भए तापनि यिनीहरुले थप फस्फोरससँग भिन्न किसिमका असर देखाउने गर्दछन्। साधारणतया हिउँदे तरकारीमा वर्षे तरकारीमा भन्दा बढी असर देखिन्छ भने फल खाने तरकारी (Fruit vegetable) र पात खाने तरकारी (Leaf vegetable) मा जरे तरकारी (Root vegetable) को भन्दा बढी असर देखिन्छ।

फस्फोरस र नाईट्रोजन शोषणको अनुपातको तुलना गरी हेर्दा यो अनुपात मूला, चाइनिज बन्दा, गाँजर, प्याज, भुईँकाफलमा बढी पाइन्छ भने काँक्रो, गोलभेंडा तथा भाण्टामा कम पाइन्छ।

### फस्फोरसको बढी (Phosphorus Excess):

#### बढीको लक्षण (Excess Symptoms):

केही समय यता फस्फोरस बढीबाट सिर्जना हुने समस्याको छलफल बढ्न थालेको छ। यद्यपि यस्ता समस्या फिल्डमा विरलै देखिने गर्दछन्। उदाहरणको लागि प्याजमा फस्फोरस बढी हुँदा प्याजको दाना (Bulb) नरम खालको हुने र Fusarium basal rot नामक रोगसँग संवेदनशील हुने गरेको पाइन्छ। यसबाट के भन्न सकिन्छ भने फस्फोरस बढीले रोगसँग लड्ने क्षमता घटाउने गर्दछ।

फस्फोरस माटोमा रहेका अल्मुनियम, फलाम, जस्ता, क्याल्सियम आदिसँग मिलेर अघुलनशील यौगिक बनाउने कुरा माथि नै उल्लेख गरी सकिएको छ। यसबाट फस्फोरस बढी हुँदा माटोमा बढी मात्रामा अल्मुनियम भई यसबाट सिर्जना हुने विषालुपनालाई घटाउने कुरा प्रष्ट हुन आउँछ। तर माटोमा प्रायः गरी कम मात्रामा पाइने जस्ता, आइरन, क्याल्सियम आदिको अभाव हुने वातावरण सिर्जना गराई दिन्छ। तसर्थ फस्फोरस बढीको लक्षण भन्नु नै जस्ता, फलाम आदि अभावको लक्षण हो।

परीक्षण पद्धतिबाट फस्फोरस बढीको लक्षण बिरुवामा देखा पार्न सकिन्छ। यस प्रकारको परीक्षण गरी हेर्दा फस्फोरस बढी राखिएको माटोमा हुर्काइएको बिरुवाका तल्ला पातहरुका रङ्ग पहेलिने गरेको पाइन्छ। यस्ता पहेलिएका पातहरुको विश्लेषण गरा हेर्दा फस्फोरसको मात्रा असामान्य रूपमा बढी रहेको पाइन्छ। सामान्य अवस्थाको बिरुवाको कलिला पातमा पुराना पातमा भन्दा बढी फस्फोरस पाइन्छ। किनभने आवश्यकता परेको खण्डमा पुराना पातमा रहेको फस्फोरस नयाँ पातमा सर्ने गर्दछन्। तर फस्फोरसको मात्रा बढी भएको खण्डमा यसको ठीक उल्टो भई नयाँ पातमा भन्दा पुराना पातमा फस्फोरसको मात्रा बढी हुने गर्दछ। यसप्रकारबाट बढी फस्फोरस जम्मा हुने कारण पुराना पात पहेलिने गर्दछन्।

धानका बेनां फस्फोरस बढीसँग संवेदनशील हुन्छन् । नाईट्रोजनको मात्राको तीन गुणा बढी फस्फोरस प्रयोग गर्दा फस्फोरस बढीको लक्षण देखा पर्दछ । यो लक्षणमा तलका पातको टुप्पा खैरो रङ्गको हुने गर्दछ । यो लक्षण पर्याप्त प्रकाश भएको अवस्थामा अझ कडा भई खैरोपनाको मात्रा बढ्न गई सेतो रङ्गमा बदलिने गर्दछ । छाया भएको अवस्थामा भने लक्षण कम मात्र देखिने पाइन्छ । त्यसैगरी नाईट्रोजनको मात्रा बढाउँदा पनि लक्षण घट्ने गरेको पाइन्छ ।

### बढी हुने कारणहरू (Causes of excess):

प्रमुख खाद्यतत्वयुक्त मलखादको प्रयोग मात्राको तुलनामा बिरुवाले शोषण गर्ने फस्फोरसको मात्रा नाईट्रोजन र पोटासको तुलनामा कम हुन्छ । नाईट्रोजनमा ५०-६० प्रतिशत, पोटासमा ६०-८० प्रतिशत हुन्छ भने फस्फोरसमा १०-२० प्रतिशत मात्र शोषण हुने गरेको पाइन्छ । प्रत्येक बालीमा फस्फोरसयुक्त मल प्रयोग गरिने र यो मात्रा माटोमा जम्मा भई रहने गर्दछ । अन्य खाद्यतत्वको तुलनामा फस्फोरस चुहिएर (Leaching) कमै मात्रामा नोक्सानी हुने हुँदा यो माटोमा जम्मा हुने गर्दछ ।

हालसालै तरकारी बालीमा पहिचान हुन नसकेको समस्या देखा पर्ने गरेको छ । यस्तो समस्या देखा परेको जमीनमा अत्याधिक फस्फोरस रहेको पाइएको छ । जमीनमा प्राप्य फस्फोरसको मात्रा ५० मि.ग्रा./१०० ग्रा. माटो (Truog method) भयो भने यो अधिक वर्गमा वर्गीकरण गरिन्छ । तर समस्याग्रस्त क्षेत्रको माटोमा २०० देखि ५०० मि.ग्रा./१०० ग्रा. सम्म फस्फोरस पाइएको थियो । तरकारी बालीको लागि यति धेरै मात्रामा फस्फोरस समस्याको कारक बन्न सक्दछ ।



धानमा फस्फोरस बढी हुँदा देखिने लक्षण:- बायाँ उज्यालो स्थानमा राखिएको बिरुवा र दायाँ कपडाले ढाकेको स्थानमा राखिएको बिरुवा । प्रकाशयुक्त ठाउँमा असर बढी पर्ने स्पष्ट देखिन्छ ।

### मिल्दा-जुल्दा लक्षणहरू (Similar Symptoms):

फस्फोरस बढी हुँदा फलाम, जिङ्ग, क्याल्सियम आदि तत्वको अभावको अवस्था सृजना हुने हुँदा, बिरुवामा फस्फोरस बढी भएको हो अथवा फलाम, जिङ्ग आदि कमी भएको हो भन्ने कुरा हेरेर छुट्टयाउन कठिन हुन्छ । यसको लागि बिरुवाको विश्लेषण गर्न जरुरी हुन्छ ।

काँक्रोमा Pseudomonas बाट हुने थोप्ले रोगको प्रारम्भिक लक्षण फस्फोरस बढीको लक्षणसँग मिल्ने हुन्छ । रोगको थोप्लाहरू चिस्याइलो हुने र थोप्लाको वरिपरी किनारा देखिने हुँदा छुट्टयाउन सकिन्छ । साथै रोगका थोप्लाहरू कमजोर र सजिलै प्वाल पर्ने खालका हुन्छन् ।

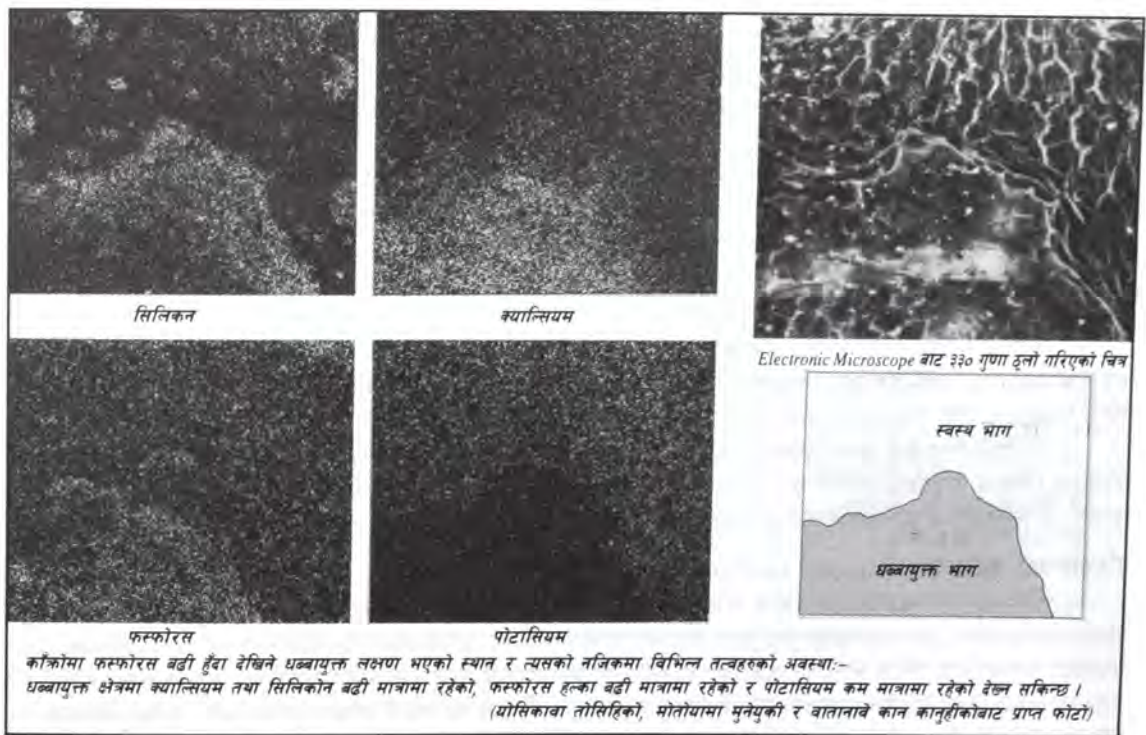
White fly बाट सार्ने Virus बाट हुने पहेलिने रोगको शुरु अवस्थामा पात हल्का पहेलिने नशा बीचको भागमा छिर्का देखा पर्ने गर्दछ । लक्षण बढ्दै जाँदा छिर्काका आकार बढ्दै जाने र एक आपसमा जोडिई म्याग्नेसियम कमीमा जस्तै पात पहेलिने गर्दछ । यो रोगको प्रारम्भिक अवस्थाको लक्षण फस्फोरस बढीसँग मिल्ने हुन्छ र बिरुवामा फस्फोरसको मात्रा विश्लेषण नगरी छुट्टयाउन सकिदैन ।

### इलेक्ट्रोन प्रोब एक्स-रे माईक्रो एनलाईजर (Electron Probe X-ray Micro analyzer) बाट फस्फोरस विश्लेषण:

विद्युतीय उपकरणहरूको तीब्र रूपमा विकास भईरहेको छ । यी विद्युतीय उपकरणका माध्यमबाट बिरुवाका कोष तथा तन्तुहरूलाई देख्न सक्ने मात्र हैन, यो प्रविधि (विद्युतीय) बाट विभिन्न तत्वहरूको विश्लेषण कार्यलाई पनि सम्भव तुल्याएको छ । जब कुनै वस्तुमा बलियो इलेक्ट्रोनिक किरण (Strong Electron Beams) लाई पठाइन्छ, तब त्यसले निश्चित वेभ लेन्थ (Wave length) भएका एक्स-रे (X-ray) हरूलाई परावर्तन गर्ने गर्दछ । यसरी परावर्तित विकीरणका वेभ लेन्थ (Wave length) का आधारमा त्यस वस्तुको गुण, मात्रा र अवस्था विश्लेषण गर्न सकिन्छ । हाल विकसित भईसकेको डिस्पर्सिभ एक्स-रे माईक्रो एनलाईजर (Dispersive X-ray Micro Analyzer) को माध्यमबाट परावर्तित विकीरणबाट एकै पटकमा एक भन्दा बढी तत्वहरूको निर्धारण गर्न सक्दछ । अझ यस उपकरणसँग कम्प्युटर सफ्टवेयर (Computer Software) र रङ्गिन मोनिटर (Color Monitor) को माध्यमबाट विश्लेषण कार्यलाई सजिलो, छिटो, स्वचालित बनाउन मद्दत गर्दछ ।

यस उपकरणको मूल्य बढी भएको हुँदा यसको सर्वसुलभ सेवा पाउन गाह्रो हुन्छ । तर यस प्रकारको उपकरणबाट बिरुवाका तन्तुहरूमा विभिन्न खाद्यतत्वहरूको मात्रा के-कति छ भन्ने जानकारी विभिन्न अध्ययन अनुसन्धानका लागि महत्वपूर्ण हुन सक्दछ ।

चित्रमा फस्फोरस बढीको लक्षणयुक्त काँक्रोको पातमा भएका तत्वहरूको यस उपकरणको माध्यमबाट गरिएको विश्लेषण चित्र देखाइएको छ । सेता थोप्लाले तत्वहरूको उपस्थिति देखाइएको छ । चित्रबाट सिलिकोन र क्याल्सियम अत्याधिक मात्रा रहेको, फस्फोरस अधिक मात्रा र पोटासियम कम मात्रामा रहेको प्रष्ट हुन्छ । खाद्यतत्व बढी हुँदा पातमा धब्बाहरूको रूपमा लक्षण देखा परेको अवस्थामा प्रायः जसो प्रभावित क्षेत्रमा सो खाद्यतत्व बढी मात्रामा जम्मा हुने गरेको पाइन्छ । तर फस्फोरस बढी भएर काँक्रोको पातमा धब्बा देखा पर्ने लक्षणमा भने त्यस्तो भएको पाइएन ।



### रोकथामका उपायहरू (Measures to meet excess):

जापानमा फस्फेट मलको कच्चा पदार्थ शय प्रतिशत नै विदेशबाट आयात गर्ने गरिन्छ। सीमित श्रोतलाई मध्यनजर राख्दै यसको प्रयोगलाई फाईदाजनक रूपमा प्रयोग गर्ने विषयवस्तुमा ध्यान दिनुपर्दछ। वास्तवमा फस्फोरस खेतमा अधिक छ भने दोश्रो बालीलाई फस्फोरस प्रयोग गर्नु पर्दैन। प्रयोग गरिएको फस्फोरस अधुलनशील भएर जान्छ र बिरुवाले पाउने काम कम भएर जान्छ। समय बित्दै जाँदा माटोबाट चुहिने र घुम्ने कृया मुस्किलले हुन्छ। त्यसो हुँदा प्रत्येक बालीमा फस्फोरस मल प्रयोग गर्नु आवश्यक छैन। सर्वप्रथम माटोमा जम्मा भएको फस्फोरसलाई बिरुवाले पाउने रूपमा परिवर्तन गर्नु पर्दछ। यसका लागि माटोको पि.एच.लाई तटस्थ पार्ने र माटोमा प्रांगारिक पदार्थ थप्नु पर्दछ। यसका साथै खाद्यतत्वहरूलाई संतुलित रूपमा आपूर्ति गर्न राम्रो हुन्छ ताकि जिङ्ग, फलाम, नाईट्रोजन, पोट्यासियम र म्याग्नेसियमलाई बढ्ता उपलब्ध गराउन सकियोस्।

### फस्फोरस जाँच गर्ने सरल तरिका (Easy test for phosphorus):

फस्फोरस कमी तथा बढी हुँदा देखा पर्ने लक्षणहरूमा सुशुप्त किसिमका लक्षणहरू धेरैजसो हुने हुँदा सरल किसिमको परीक्षण विधि अत्यन्त उपयोगी हुन्छ।

#### आवश्यक रिजेण्ट (Necessary reagent):

सरल फस्फोरस परीक्षणका लागि २ प्रकारका रिजेण्टहरू आवश्यक पर्दछन्। जुन निम्नानुसार तयार गर्न सकिन्छ:-

- (१) २ ग्राम एमोनियम मोलिब्डेटलाई ५० मि.ली. डिस्टिल्ड वाटरमा घोल्ने। त्यसैगरी ३१.५ मि.ली. बाक्लो हाइड्रोक्लोरिक एसिडलाई डिस्टिल्ड वाटरसँग मिसाई ५० मि.ली. बनाउने र यसमा एमोनियम मोलिब्डेटको घोललाई चलाउँदै मिसाउने। यसप्रकार बनाइएको रिजेण्ट लामो समयसम्म प्रयोगमा ल्याउन सकिन्छ।
- (२) ५ ग्राम टिन क्लोराइडलाई ( $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) १० मि.ली. बाक्लो हाइड्रो क्लोरिक एसिडमा घोल्ने र यसमा डिस्टिल्ड पानी मिसाई १०० मि.ली. बनाउने। यसप्रकार बनाइएको रिजेण्टमा एक टुक्रा टिन धातु राख्ने (यसले रिजेण्टको प्रभाव समय लम्ब्याउँछ)। टिन धातु नराख्ने हो भने यो रिजेण्ट १-२ हप्ता सम्म मात्र उपयोगी हुन्छ। भोल पाराफिनमा यसलाई राखेमा धेरै महिनासम्म प्रयोग गर्न सकिन्छ।

## जाँच गर्ने तरिका (How to Test):

नाईट्रोजन वर्णन गरिएको विधिबाट माटोको निस्सारण गर्ने । २ मि.लि. निस्सारीत भोलमा ४ थोपा (०.२ मि.लि.) रिएजेन्ट-१ राख्ने र २ थोपा (०.१ मि.लि.) रिएजेन्ट-२ राखिसकेपछि विकसित हुने रङ्गलाई रङ्गीन चार्टसँग दाँजेर मात्रा निर्धारण गर्नु पर्दछ । निस्सारित भोलमा रिएजेन्टहरूको अनुपातले रङ्गको गाढापना तथा फिक्कापनामा असर पार्ने हुँदा माथि उल्लेख गरिएको अनुपातको दुई गुणा तल अथवा माथिको अनुपात भन्दा कम बेसी गर्दा गलत नतिजा आउन सक्छ । त्यसो हुँदा स्टान्डर आयतनको आधा प्रयोग गर्न सल्लाह दिइन्छ, तर एक चौथाई भन्दा तल र दुई गुणा भन्दा माथि हुनु हुँदैन । यसो गर्न नहुनुको कारण मोलिब्डेनमको निलोपना पि.एच. मा आधारित हुन्छ । यदि रिएजेन्ट (प्रतिक्रिया गर्ने भोल) बढ्दा प्रयोग गरियो भने पि.एच. अति अम्लिय बन्न जान्छ र रंग गाढा खैरो खालको पहुँलोमा परिणत हुन्छ । यदि कम प्रयोग भयो भने प्रतिक्रिया गर्ने घोल धमिलो हुन्छ । यस्तो धमिलोपनालाई गुणात्मक (Qualitative) विश्लेषणमा पनि प्रयोग गरिन्छ । धमिलो देखिनुको कारण प्रयोग गरिएको रिएजेन्ट उचित मात्रामा नहुनु हो । यदि रिएजेन्टको आयतन उपयुक्त छ भने प्रतिक्रिया गरेको घोल सफा निलो देखिन्छ ।

बिरुवा परीक्षण गर्नको लागि पातको डाँठ (Petiole) को टुक्रा प्रयोग गर्नु उपयुक्त हुन्छ । २ मि.मि. आकारमा डाँठ (Petiole) लाई टुक्रा पार्ने र ०.२ ग्राम टुक्रालाई टेष्टट्यूबमा लिने । त्यसमा २ मि.ली. डिस्टिल्ड पानी राखी राम्ररी हल्लाउने । राम्ररी हल्लाई सकेपछि पहिलो रिएजेन्ट र दोश्रो रिएजेन्टलाई राख्ने र रंगिन चार्टसँग ५ देखि १५ मिनेटमा रङ्ग दाँजेर मात्रा निर्धारण गर्नुपर्छ ।

कुनैकुनै बेला माटो अथवा बिरुवाको परीक्षणमा +++++ भन्दा माथिको मात्रा देखा पर्न सक्छ । यस्तो अवस्थामा निस्सारीत भोललाई निश्चित अनुपातमा पातलो गरी नतिजा मिलान गर्न सकिन्छ । तर रङ्ग बनिसकेको भोललाई पातलीकरण भने गर्नु हुँदैन । किनकि रंग बनिसकेपछि घोललाई पातलो गर्दा सही नतिजा दिँदैन ।

## पहिचान गर्ने मापदण्ड (Standard for diagnosis):

साधारणतया माटोमा रहेको प्राप्य फस्फोरसको मात्रा Truog method बाट निकाल्ने गरिन्छ । यस विधिबाट परीक्षण गर्दा नतिजा २०-३० मि.ग्रा./१०० ग्रा. सुख्खा माटो भन्दा कम मात्रामा रहेको माटोमा फस्फोरसयुक्त मल प्रयोग गर्दा राम्रो असर गर्ने गर्दछ । माथि उल्लेखित फस्फोरस विश्लेषण सरल तरिकाको नतिजा वर्गीकरण मापदण्डलाई तालिकामा प्रष्ट पारिएको छ । यस तरिकाको नतिजालाई र Truog method को नतिजालाई तुलना गर्न सकिँदैन । किनभने दुवै तरिकामा बेग्लाबेग्लै निस्सारण भोल प्रयोग हुन्छन् । साधारणतया यस तरिकाबाट निर्धारित फस्फोरसको मात्रा Truog method बाट निर्धारित मात्राको १/१००-१/५ भाग हुने गर्दछ । माटोमा स्थिरकृत फस्फोरसको मात्रा संतृप्तताको बिन्दुसम्म पुग्ने बेलामा प्राप्य फस्फोरसको मात्रा माटोमा रहेको घुलनशील फस्फोरस ( $P_2O_5$ ) को नतिजा वर्गीकरण तालिका धेरै कम हुन्छ तर संतृप्तता बिन्दुमा पुगिसकेपछि भने प्राप्य फस्फोरसको मात्रा एक्कासि बढ्न थाल्दछ ।

माटोमा रहेको घुलनशील फस्फोरसले ( $P_2O_5$ ) को पहिचान तालिका

| रंगको Colour Intensity गण्डापन                         | +       | ++          | +++      | ++++     | +++++     |
|--|---------|-------------|----------|----------|-----------|
| परीक्षण भोलमा पि.पि.एम.                                | १       | २.५         | ५.०      | १०       | ५०        |
| मि.ग्रा./१०० ग्रा. सुख्खा माटो (के.जी./हे.)            | ०.५ (५) | १.२५ (१२.५) | २.५ (२५) | ५ (५०)   | २५ (२५०)  |
| माटोको भोल भित्र पि.पि.एम.(माटोको भोल भित्र मि.इ./ली.) | १५(०.६) | ३७.५(१.६)   | ७५(३.२)  | १५०(६.४) | ७५०(३१.८) |
| नतिजा वर्गीकरण   | कम      | केही कम     | मध्यम    | केही बढी | बढी       |

निश्चित मात्रामा भन्न नसकिए पनि सरदरमा माटोमा भएको फस्फोरसको १० भागको एक भाग मात्र घुलनशील फस्फोरस रहेको हुन्छ । माटोमा/बिरुवामा फस्फोरसको मात्रा सम्बन्धी धेरै अध्ययनहरू भइसकेका छन् । तरकारी अनुसन्धान केन्द्र (Vegetable Research Centre) का इतो ले अध्ययनमा ८०० पि.पि.एम. फस्फोरसमा काँक्रोमा समस्या हुने गरेको पाए । त्यसैगरी Aichi Prefecture का ताकेइ ले कलिलो अवस्थाको काँक्रोको बिरुवाको वृद्धि १००-३०० पि.पि.एम. फस्फोरस हुँदा नै घट्ने परीणाम पाए । जलखेती गर्नको लागि फस्फोरसको उपयुक्त मात्रा ४ मि.इ./ली (९४ पि.पि.एम.) हो । यदि यसको तीन गुणा बढी मात्रा प्रयोग गर्दा स्पष्ट रूपले बिरुवाको वृद्धि घट्ने देख्न सकिन्छ । धेरैजसो हरितधर को माटोको फस्फोरस परीक्षण गरी हेर्दा ++++++ सम्म रहेको पाइयो । साथै तरकारी बाली लगाउने क्षेत्रको माटोमा फस्फोरस बढी भएका कारण नराम्रो उत्पादन हुने गरेको समेत पाइयो ।

बिरुवामा फस्फोरिक एसिडको मात्रा बाली र बिरुवाको अवस्था अनुसार फरक पर्ने हुन्छ । प्रायः कलिलो अवस्थाको बिरुवामा फस्फोरिक एसिडको मात्रा बढी हुने र बिरुवा छिप्पिदै जाँदा यो (फस्फोरिक एसिड) Inositol-6-Phosphate (Phytin) मा परिणत भई बीउमा जम्मा हुने गर्दछ । बीउमा जम्मा हुने Phytin अघुलनशील हुने हुँदा माथि उल्लेखित परीक्षण विधि अनुसार परीक्षण गर्न सकिँदैन ।

# पोटासियम (Potassium)

## पोटासियमको कमी (Potassium Deficiency):

### कमीको लक्षण (Deficiency Symptoms)

#### ● पातमा देखिने लक्षण:

नाइट्रोजन र फस्फोरस जस्तै पोटासियम पनि बिरुवाको एक ठाउँबाट अर्को ठाउँसम्म सर्न सक्छ। तसर्थ पोटासियम कमी भएको बिरुवामा पुराना पातमा जम्मा भएको पोटासियम नयाँ पात तर्फ सर्ने हुँदा लक्षणहरू प्रायः पुराना पातमा देखा पर्ने गर्दछन्। पोटासियम कमीका कारण तरकारी बालीका पातमा देखा पर्ने लक्षणहरू प्रायः तीन प्रकारका हुने गर्दछन्। पहिलो- पातको किनारा पहेलिनेबाट शुरु भई पूरै पात पहेलिने र मर्ने। दोश्रो- पातको सतहमा ठूला आकारका नमिलेका (Irregular) धब्बाहरू देखा पर्ने। तेश्रो- पातका नशाहरूमा असामान्य किसिमका लक्षणहरू देखा पर्ने। यो लक्षण बाली अनुसार फरक हुने र एकै बालीमा पनि मिश्रीत किसिमका लक्षणहरू देखा पर्ने गर्दछ।

रङ्गिन चित्र सहितको पेजमा भुईँकाफलको पातमा दुई किसिमका लक्षणहरू मिसिएका छन्। एउटा गाढा खैरो रङ्गका ठूलाठूला धब्बाहरू र अर्को गुलाफी रातो रङ्गका नशाहरू। त्यसै गरी काँकोमा पनि किनारा पहेलिने र ठूला सेता धब्बाहरू एक साथ देखिएका छन्।

तरकारी बालीमा पोटासियम कमीको लक्षण केही हुर्रिसकेको अवस्थामा मात्रै देखिने गर्दछ। साना बिरुवा अवस्थामा थोरै पोटासियमको आवश्यकता पर्दछ। माटोमा रहेको पोटासियमबाट नै सोको मात्रा पूरा हुने हुँदा मलखादको प्रयोग नगरे तापनि साना बिरुवामा कमीको लक्षण देखा पर्दैन। चिम्टाईलो खनिज, फेल्डस्पार, अभ्रख साथै बिरुवाले लिने पोटासलाई उदाहरण लिन सकिन्छ। जब बिरुवा बढ्दै जान्छन् तब पोटासियम आवश्यकताको मात्रा पनि बढ्दै जान्छ। यस बेला माटोमा मलखाद प्रयोग गरिएन भने माटोमा रहको मात्राले मात्र आवश्यकताको परिपूर्ति गर्न सक्दैन र कमीका लक्षणहरू देखा पर्ने गर्दछन्।

फल खाने तरकारी (Fruit vegetable) मा फल लाग्ने समयमा पोटासियमको अभाव भयो भने फल नजिकको पातका किनारा फल बढ्ने समयमा पहेलिने गर्दछ। पुराना पातबाट आवश्यक पोटासियम ती पातहरूमा सर्ने र तिनीहरूको आवश्यकता पूर्ति हुन नसक्दा त्यसो हुने गरेका हो। अर्थात् आवश्यक मात्रा आपूर्ति मात्रा भन्दा बढ्दा आवश्यक पर्दछ। यो पातबाट फलमा गतिशील रूपमा पुग्दैन। यसबाट पोटासियम बिरुवामा बग्ने गति (Mobility) नाइट्रोजनको भन्दा कम हुने स्पष्ट हुन्छ। त्यसैले सधैं पुराना पातहरूमा पोटास कमीको लक्षण देखिने गर्दछ।

#### ● फलमा देखिने लक्षण (Symptoms on Fruits):

प्रोटीन बनाउनमा जसरी नाइट्रोजनको महत्वपूर्ण भूमिका हुन्छ। त्यस्तै कार्बोहाइड्रेट बनाउनको लागि पोटासियमको महत्वपूर्ण भूमिका हुन्छ। तरकारी बालीमा पनि बढी कार्बोहाइड्रेट पाइने जस्तै जरे तथा तरुल गाने (Root and tuber) तरकारी बालीका लागि पोटासियम अति आवश्यक हुन्छ भने बढी प्रोटीन पाइने जस्तै कोशे तरकारी बालीका लागि क्याल्सियम अति आवश्यक हुन्छ। यदि पोटासियमको अभाव भयो भने सबभन्दा पहिले प्रकाश संश्लेषण कृया (Photo synthesis) मा असर पर्दछ। यस कारण कार्बोहाइड्रेट जम्मा हुने स्थानहरू खासगरी फल, जरा, गाँना आदिमा विषमता अर्थात् असामान्यता (Abnormalities) हरू देखा पर्दछन्।

गोलभेंडाको फलमा ठाडा धर्सा परी कुहिने लक्षण प्रायः गरी कम प्रकाश र पोटासियमको कमी हुँदा देखा पर्ने गर्दछन् र यो लक्षण बिरुवाको C/N अनुपातसँग सम्बन्धित हुन्छ। यदि नाइट्रोजनको पर्याप्त प्रयोग भएको छ भने बिरुवामा नाइट्रेट, एमोनिया, एमाइड आदिको मात्रा त बढ्दछ तर कार्बोहाइड्रेटको अभावमा प्रोटीन बन्न सक्दैन। किनभने प्रोटीनलाई संरचनात्मक आधार दिने कार्बन Skeleton को पूर्ति कार्बोहाइड्रेटबाट हुने गर्दछ। यदि प्रकाश कम छ भने साथै पोटासियमको अभाव भएको छ भने कार्बोहाइड्रेटको उत्पादन कम हुन्छ र बिरुवामा चयापचयी असन्तुलन (Metabolic imbalance) पैदा भई फलमा सेता तथा खैरा धर्सायुक्त विकृति देखा पर्दछन्।

पर्याप्त मात्रामा पोटासियम पाएका बिरुवा (तरकारी बाली) हरू बलिया र रोग निरोधक पनि हुन्छन्। यसो हुनाको प्रमुख कारण पोटासियम पर्याप्त हुँदा रेशाहरू (सेलुलोज) को राम्रो विकास हुने कारणले हो। त्यस्तै पोटासियम कमी हुँदा नाइट्रोजनयुक्त वस्तु (प्रोटीन बाहेक) को मात्रा बढ्दछ, जसमा रोगका जिवाणुहरूको सजिलै वृद्धि हुने गर्दछन्।

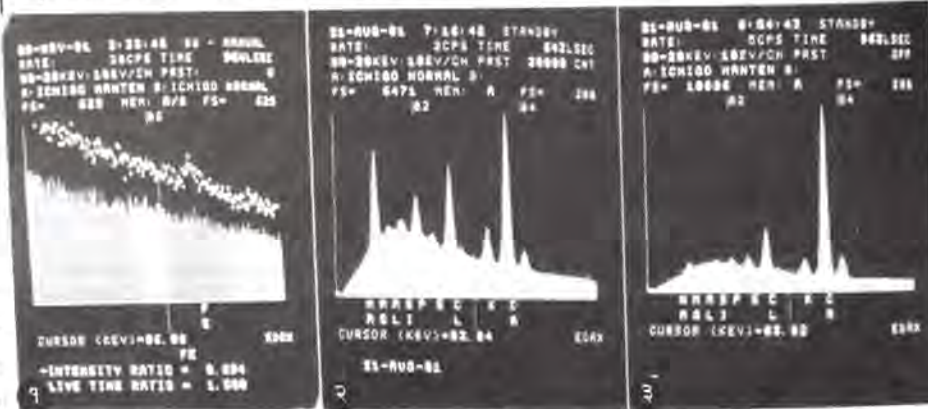
पोटासियम कमी भएका फलको गुणस्तर खास गरी स्वादमा असर पर्ने गरेको पाइन्छ। जस्तै: पर्याप्त पोटासियम पाएको गोलभेंडा स्वादिलो र वास्नादार हुन्छ। त्यस्तै पर्याप्त पोटासियम पाएको भुईँकाफल पनि त्यस्तै मीठो र स्वादिलो हुन्छ र पोटासियम अभाव हुँदा त्यति स्वादिला हुँदैनन्। यसो हुनाको प्रमुख कारण सुगर, एमिनो एसिड, अर्गानिक एसिडहरू, भिटामिन-सी आदिको कम उत्पादन हुने हुनाले हो।



पोटासियम कमीको लक्षण देखा पर्नुमा अन्य खाद्य तत्वहरूको भूमिका:

बिरुवामा पोटासियम कमीको लक्षण देखिनुमा अन्य खाद्य तत्वहरूको असन्तुलनले पनि सघाईरहेका हुन्छन्। यसमा खासगरी नाइट्रोजनको मात्राको प्रमुख भूमिका रहन्छ। नाइट्रोजनको मात्रा बढी भएको खण्डमा पोटासियम कमीको लक्षण सजिलै देखा पर्दछ। त्यसैगरी फलाम पनि पोटासियम कमीको लक्षण देखा पर्नुसँग सम्बन्धित छ। किनभने बिरुवामा फलामको संचालन (Movement) आइरन साइट्रेटको रूपमा हुन्छ। साथसाथै सबै खनिज तत्वहरू जरा नजिक बगिरहेका हुन्छन्। पोटासियमको कमीमा फलामको बहाव घट्दछ। यसको परीक्षण घाँस जातीका बिरुवामा निम्नानुसार गर्न सकिन्छ।

भुइँकाफलमा पोटासियम कमीको लक्षण स्वरूप देखा परेका धब्बा र सोको नजिकको क्षेत्रमा विभिन्न तत्वहरूको विश्लेषण



(१) Normal area मा फलामको मात्रा पाइयो (माथिका थोला) भने धब्बायुक्त क्षेत्रमा (तलको लाइनबाट देखाईएको) फलाम पाइएन। मुख्य तत्वहरूलाई तुलना गर्ने हो भने सामान्य क्षेत्र (२) भन्दा धब्बायुक्त क्षेत्र (३) मा पोटासियम केही कम र म्याग्नेसियम धेरै नै कम रहेको स्पष्ट हुन्छ। (योसिकावा तौसिहिको, मोतोयामा मुनेयुकी र वातानावे कानुहीकोबाट प्राप्त फोटो)

मकैको डाँठलाई ठाडो गरी चिरी त्यसमा पातलो (१:५) गरिएको हाइड्रोक्लोरिक अम्ल एक थोपा राखौं। त्यसपछि सोही स्थानमा १० प्रतिशत पोटासियम थियोसाइनेट एक थोपा राखेर हेर्नौं भने यदि मकैमा पोटासियम अभाव भई फलामको Movement रोकिएको छ भने गाढा रातो रङ देखा पर्दछ। यसरी रातो रङ देखा पर्नुको मुख्य कारण डाँठमा जम्मा भई बसेको फलामले गर्दा नै हो। यो तरिका घाँस जातीमा मात्र लागू हुन्छ, तरकारीमा हुँदैन। पोटासियम कमी हुँदा ठूलठूला विषम धब्बाको रूपमा देखा पर्ने लक्षण भने पोटासियमको साथै फलाम कमीसँग पनि सम्बन्धित छ। भुइँकाफलमा यस प्रकारको लक्षण देखा परेको पातको Energy Dispersive X-ray Micro Analyzer (EDAX) ले विश्लेषण गरेको फोटो चित्रमा देखाइएको छ।

चित्रबाट के स्पष्ट हुन्छ भने ठूलठूला विषम धब्बायुक्त लक्षण देखा परेको स्थानमा पोटासियम मात्र नभै फलाम, म्याग्नेसियम, फस्फोरस आदि पनि सामान्य क्षेत्रको तुलनामा कम पाइने रहेछ। पोटासको कमीमा भेडेंखुसानीमा पनि यस्तै प्रकारको लक्षण देखा पर्दछ।

### कमी हुने कारणहरू (Causes of deficiency):

एक पटकको घटना हो, एकजना किचेन गार्डेन व्यवसायीले आफूले लगाएको तरकारी बालीमा देखिएको समस्या पहिचानको लागि यस लेखकसँग सोधे। उनका अनुसार उनले धेरै वर्ष अघि देखि माटो सुधारकका साथै एमोनियम सल्फेटको मात्र प्रयोग गरी तरकारी खेती गर्दै आएको र हालका वर्षहरूमा तरकारी राम्रो नहुने भन्ने थियो। बिरुवा तथा जग्गाको अवलोकन र विश्लेषण पछि पोटासियम कमीका कारणबाट त्यस्तो भएको पत्ता लाग्यो। परालबाट बनाइने कम्पोष्ट तथा गोबरबाट बनाइने कम्पोष्टमा धेरै नै पोटासियम पाइन्छ। राम्रोसँग बनाएको छ भने यी कम्पोष्ट मलमा पोटासियमको मात्रा क्रमशः ०.७ प्रतिशत र १.० प्रतिशत पाइन्छ। तसर्थ यी मलहरू २० टन/हे. को दरले प्रयोग गर्दा प्रतिहेक्टर जमीनले क्रमशः १४० र २०० के.जी. पोटासियम प्राप्त गर्दछ। यो बाहेक माटोमा पनि केही मात्रामा विस्तारै बिरुवाले पाउने रूपको (Slow releasing) पोटासियम हुन्छन्। यसबाट केही वर्षसम्म पोटासियमयुक्त मलखाद प्रयोग बिना पनि तरकारी खेती गर्न सकिन्छ भन्ने स्पष्ट हुन्छ। पछि बृद्धिमा कमी देखा परेपछि भने पोटासियमको पूर्ति गर्नु पर्ने हुन्छ। यो उदाहरण एउटा विशेष स्थितिको मात्र हो। यस्तै भिन्दाजुल्दा घटनाहरू तरकारी खेती गर्ने किसानहरू कहाँ देख्न सकिन्छ।

बजारमा विभिन्न किसिमका मिश्रित मलखादहरू पाइन्छन्, जसमा नाइट्रोजन र पोटासको मात्रा बराबर तथा नाइट्रोजन भन्दा पोटासको मात्रा आधा रहेको पनि पाइन्छ। तर तरकारी बालीमा मलखादको (खाद्यतत्वको) शोषणको स्थिति हेर्ने हो भने नाइट्रोजनको तुलनामा १.५ देखि २ गुणा बढी पोटासियम शोषण हुने गरेको पाइन्छ। तसर्थ माथि उल्लेख गरिएका मिश्रित मलहरू मात्र प्रयोग गरियो भने माटोमा पोटासियमको मात्रा घट्न जान्छ र बिरुवामा पोटासियम कमीको लक्षण देखा पर्न सक्दछ। Mori (Hyogo) ले गरेको एक अध्ययन अनुसार नाइट्रोजन र पोटासियमको मात्रा बराबर भएको मिश्रित मल सधैं प्रयोग गरेको खण्डमा गोलभेंडाको घर्स रोग फलमा चिरा पर्ने लक्षण देखा पर्ने गरेको पाइयो। त्यसैगरी जमीनमा कम मात्रामा कम्पोष्ट प्रयोग गरेको खण्डमा पनि तरकारी बालीमा पोटास कमीको लक्षण देखा पर्ने गर्दछ।



Kamada (Kanagawa) का अनुसार पालुङ्गोमा बढी मात्रामा फस्फोरसयुक्त मल प्रयोग गरेको खण्डमा पोटासियमको मात्रा घट्ने ल्याङ्गफूल (Carnation) को बढी खेती गरिने क्षेत्र (जसमा बढी फस्फोरस प्रयोग गरिन्छ) मा बिरुवाको माथिल्ला पातहरू कोरिएका जस्ता धर्सा देखिने, पत्रदल (Calyx) हरु फितलो (Loose) हुने आदि लक्षण देखा पर्दछ। यस्ता लक्षण देखिएका पातको विश्लेषण गरी हेर्दा पोटासियमको मात्रा कम रहने गरेको र पोटासियमयुक्त मल प्रयोग गर्दा लक्षण सुधार हुने गरेको पाइयो (Oomae, Hyogo)। यो लक्षण पोटासियम कमीको सामान्य लक्षण भन्दा केही भिन्न प्रकृतिको हुँदा यससँग फस्फोरस बढीको केही सम्बन्ध हुन पनि सक्दछ। तर किसानहरूले भने यो लक्षण प्रायः बसन्त ऋतु (Spring Season) को प्रारम्भतिर देखा पर्ने हुँदा घामले डढेको भन्ने गरेको पाइन्छ।

बलौटे माटोको खाद्यतत्व धारण गर्ने क्षमता कम हुन्छ। तसर्थ बलौटे माटोमा त्यसले धारण गर्न सक्ने भन्दा बढी पोटासियम छ भने त्यो चुहिएर नोक्सान हुने गर्दछ। तरकारी बालीमा पोटासियमको आवश्यकता बिरुवा बढ्दो अवस्था देखि पछिल्लो अवस्थातिर बढ्ने हुँदा यस्तो माटोमा पोटासियमयुक्त मल आधार मात्रा (Basal dose) मा एक पटक मात्र नराखी २/३ पटकमा बाँडेर प्रयोग गर्नु राम्रो हुन्छ।

## मिल्दा-जुल्दा लक्षणहरू (Similar symptoms):

### ● पातको किनारा पहेँलिने र उड्ने लक्षण:

पातको किनारा पहेँलिने र उड्ने लक्षण नाईट्रोजन कमीको लक्षण जस्तै सधैं तलका पातबाट देखा पर्न शुरू गर्दछ। तर नाईट्रोजन कमीको लक्षण भन्दा भिन्न पोटासियम कमीको लक्षणमा पहेँलो क्षेत्र र हरियो क्षेत्रको सीमा क्षेत्र स्पष्ट किसिमको हुन्छ।

काँक्रोमा पोटासियम कमीको लक्षण र Pseudomonas ले हुने पातका किनारा उड्ने (Marginal blight) रोगको लक्षणसँग मिल्ने हुन्छ। दुवै लक्षणहरू पातको किनाराबाट शुरू भई भित्रतिर बढ्ने प्रकृतिका हुन्छन्। तर रोगको लक्षणमा भने लक्षण देखिएको भागको किनारा केही ओसिलो र पोटास कमीमा भन्दा बढी स्पष्ट हुने गर्दछ। काँक्रोमा कम तापक्रम भएको अवस्थामा लाग्ने थोप्ले (Bacterial spot) रोगको लक्षण पनि यस्तै किसिमको हुने गर्दछ।

गोलभेंडामा हुने धेरै किसिमका समस्याहरू पोटासियम कमीको लक्षणसँग मिल्ने खालका हुन्छन्। ती मध्ये कम तापक्रमका कारण पातका टुप्पा मर्ने समस्या पनि एक हो। यसलाई देखा पर्ने लक्षणले मात्र छुट्टयाउन नसकिने हुँदा पछि वर्णन गरिने परीक्षण गर्न जरुरी हुन्छ। तर कम तापक्रमबाट हुने समस्या भने प्रायः गरी माथिल्ला पातहरूमा देखा पर्ने गर्दछ।

त्यस्तै, गोलभेंडामा विभिन्न किसिमका विषादीहरूबाट हुने समस्यामा पनि तल देखि माथिसम्मका पातका किनारा पहेँलिने लक्षण देखिन्छन्, जुन पोटासियम कमीका लक्षणसँग मिल्ने खालको हुन्छन्। यो लक्षण भने विषादी छरेकोपट्टिका पातमा बढी र अर्कोपट्टि (विषादी नपरेको) लक्षण नदेखिने हुँदा राम्ररी अवलोकन गरेको खण्डमा छुट्टयाउन सकिन्छ। त्यसैगरी मोजाईक रोग सहन सक्ने (Mosaic Resistant) जातका गोलभेंडामा TMV को असर र Corynebacterium ले गोलभेंडामा हुने Bacterial Canker रोगको प्रारम्भिक लक्षण आदि पनि पोटासियम कमीको लक्षणसँग मिल्ने खालका हुन्छन्।

तरबुजामा पोटासियम कमी हुँदा पातका किनारामा काला फोकाहरू देखा परी सुक्ने लक्षण देखा पर्दछ जुन Phytophthora बाट हुने फल कुहिने (Fruit rot) रोगको लक्षणसँग मिल्ने खालको हुन्छ। तर रोगमा भने काला फोकाहरू (पातको किनाराको) ठाउँ-ठाउँमा मात्र देखा पर्ने र फोकाहरू ठूला आकारका हुने र छिटो बढ्ने गर्दछन्। त्यस्तै गरी तरबुजाको पातको किनारामा हुने Anthracnose को लक्षण पनि पोटासियम कमीको लक्षणसँग मिल्दो-जुल्दो हुन्छ।

### ● पातमा ठूला विषम आकारका धब्बा देखिने लक्षण:

पातमा देखिने ठूला र विषम प्रकारका दागहरू खास गरी विभिन्न खाले रोगका लक्षणहरूसँग मिल्ने खालको हुन्छन् र यिनीहरू पोटास कमीका लक्षणसँग मिल्दोजुल्दा हुने भएकोले भुक्तिकन सकिन्छ। जौमा पोटासियम कमी भई पातमा देखा पर्ने यस खाले लक्षण सेतो धब्बा (White blotch) रोगसँग भुक्तिकन सकिन्छ। सेतो धब्बा (White blotch) के कारणबाट हुन्छ भन्ने अझै स्पष्ट हुन सकेको छैन। जौमा पोटासियम कमीका कारण देखा पर्ने धब्बाहरू विभिन्न आकार तथा प्रकारका हुने हुँदा पहिचानमा समस्या पर्ने गर्दछ। सामान्यतया धब्बा चतुर्भुजाकार हुने भए तापनि नशाका समानान्तर लामा आकारका, गोलाकारका तथा बादलको आकारका धब्बाहरू पनि देखा पर्ने गर्दछ।

वेल्स प्याज (Welsh onion) मा पोटासियम कमी हुँदा पात फिक्का पहेँलो-सेतो रङ्गको भई पातमा ठूलठूला धब्बाहरू देखा पर्दछन्। यो लक्षण Peronospora नामक दुसीबाट बढी तापक्रम भएको समयमा लाग्ने तल्ला पिठ्ठे दुसी (Downy Mildew) रोगको लक्षणसँग मिल्ने खालको हुन्छ। रोगको लक्षणमा भने धब्बाका वरिपरी स-साना सेता थोप्लाहरू मिली घेरा बनाएका हुन्छन् साथै चिस्यान भएको खण्डमा धब्बामा दुसीका बीजाणु (Spore) हरु देख्न सकिने हुँदा छुट्टयाउन सकिन्छ।

जाडोको समयमा Phytophthora porri दुसीको कारणबाट देखिने लक्षण, वर्षादको समयमा (जून तिर) Phytophthora nicotiana को कारणबाट देखिने लक्षण तथा Botrytis दुसीका कारणबाट देखिने पात मर्ने लक्षण आदि पनि पोटासियम कमीको लक्षणसँग मिल्ने खालका हुन्छन्। माथि उल्लेखित दुसीहरूका लक्षणहरूमा पातका टुप्पा मर्ने, पातमा थोप्लाहरू देखा पर्ने साथै संक्रमित क्षेत्र बढाउने र सजिलै टुकिने खालका भई पात भर्ने गर्दछन्। तर पोटासियम कमीका कारण देखा पर्ने धब्बा (थोप्ला) हरु तुलनात्मक रूपले मजबुत खालका भई नबढाउने र नटुकिने किसिमका हुन्छन्।

काँक्रो खरबुजा आदिमा Pseudoperonospora नामक दुसीबाट हुने तल्ला पिठ्ठे दुसी (Downy mildew) रोगको प्रारम्भिक लक्षण पोटासियम कमीका कारण ठूला आकारका धब्बा हुने लक्षणसँग मिल्ने खालको हुन्छ। काँक्रोमा यस रोगबाट हुने धब्बा/थोप्लाहरू नशाले

वरिपरी घेरिएर रहेको हुन्छ। तर प्रारम्भिक लक्षणमा भने धब्बाहरु उस्तै-उस्तै आकारका हुने हुँदा भुक्किन सकिन्छ। रोगको कारण हुने धब्बाहरु केही उठेका र केही पानीले भिजेको जस्तो हुने हुँदा राम्ररी अवलोकन गरेको खण्डमा छुट्टयाउन सकिन्छ। उता पोटासियम कमीका कारण हुने धब्बाहरु भने केही खोसिएका खालका हुन्छन्।

त्यसैगरी भेडे खुसांनीमा पोटासियम कमीको लक्षण Mosaic रोगको लक्षण तथा सुलसुलेले गरेको असरसँग मिल्ने खालको हुन्छ। भेडे खुसांनीमा थोप्ले (Bacterial spot) रोगको लक्षण देखा पर्दा थोप्लाहरु पातमा मात्र नभै डाँठ तथा भेटनु समेतमा देखिने हुँदा सजिलै छुट्टयाउन सकिन्छ। सुलसुले तथा Thrips ले पातमा ठूलठूला थोप्लाहरु बनाई पुन्याउने नोक्सानी भने धेरै हदसम्म पोटासियम कमीको लक्षणसँग भुक्किन सकिन्छ। सुलसुलेले पातमा आफ्नो मुख घुसारी (Sucking type mouth) रस चुस्ने गर्दछ भने Thrips ले पातको सतह खुर्केर खाने गर्दछ, जसका कारण पातको सतह खस्रो र कोरिएको खालको हुन्छ। साथै Thrips तथा सुलसुलेले नोक्सान गरेको खण्डमा पातको पछिल्लिर यिनीहरु लुकेर बसेको पाउन सकिन्छ।

भुइँकाफलमा पोटासियम कमीको वढी असर पर्दा थोप्लाका रुपमा देखिने लक्षण, Dendrophoma का कारण हुने पात डडुवा (Leaf blight) को लक्षणसँग धेरै हदसम्म मिल्ने खालको हुन्छ र यसलाई सामान्य हेराईबाट छुट्टयाउन गाह्रो हुन्छ। रोगको लक्षणमा थोप्लाको रङ गाढा प्याजी रङ्गको र आकार भने गोलाकार किसिमका हुने गर्दछ। तर पोटासियम कमीको लक्षणमा भने थोप्लाको रङ गाढा खैरो तथा आकार भने अनिश्चित खालका हुने गर्दछ। यी लक्षणहरु Phyllostica leaf spot तथा Alternaria black leaf spot आदि रोगका लक्षणसँग पनि मिल्ने खालको हुन्छ। यी रोग लागेको भुइँकाफलमा प्रभावित पातहरु टिपी नष्ट गरेर रोगको प्रकोप कम गर्न सकिन्छ।

### ● पातको नशाहरु खैरो रङ्गमा बदलिने लक्षण:

भुइँकाफलमा पोटासियम कमी हुँदा नशाहरु खैरो रङ्गमा बदलिने लक्षण जिइ वढी हुँदा पनि देखा पर्ने गर्दछ। जिइ वढी हुँदा यस प्रकारको लक्षण देखा परेको पातको विश्लेषण गरी हेर्दा पोटासियमको मात्रा अस्वाभाविक रुपमा कमी रहेको पाइयो। यी दुवै कारणबाट हुने लक्षणहरु वाहिरी रुपमा मात्र नभै भित्री सयन्त्र (Mechanism) पनि उस्तै प्रकृतिको हुन सक्दछ। Hokowase जातको भुइँकाफलका तलका पातका नशाहरु रातो-प्याजी रङ्गमा बदलिने भनेको पोटासियम तत्वको कमीका कारण नभै यो यसको शारीरिक (Physiological) कारणबाट हुने हुँदा यसले कुनै खराबी गर्दैन।

### ● फलमा क्षति पुग्दा देखिने लक्षण:

हिउँदमा गोलभेंडाको फलमा धर्सा परी कुहिने लक्षणलाई जात बदलेर कम प्रकाश तथा विना पोटास नाईट्रोजनको मात्रा बढाएर पनि सफलतापूर्वक समाधान गर्न सकिन्छ। यसबाट यो समस्या पोटासियम कमी मात्र कै कारणबाट भएको हो भन्ने आधार देखिने। तथापि यो समस्यालाई समाधान गर्नु पर्दछ। फलमा हुने यस्तै किसिमका लक्षणहरु विभिन्न कारणले हुने गर्दछन्। Processing का लागि गृष्मयाममा बारीमा लगाइने गोलभेंडामा जापान लगायत अन्य मुलुकमा यस्तै किसिमको समस्या देखिने गरेको छन।

गोलभेंडाको

TMV बाट क्षति पुन्याएको लक्षण गोलभेंडाको धर्से कुहिने रोगसँग मिल्दो-जुल्दो देखा पर्दछ। जसलाई तेर्सो गरी बीचबाट काटि हेर्नु भन्ने रस संवाहन नली (Vascular bundle) को क्षेत्रमा गाढा खैरो रङ्गको तन्तुहरु मरेको क्षेत्र वा धर्साहरु देख्न सकिन्छ र यस्ता लक्षण देखा परेका भागहरु ढिलो पाक्ने गर्दछन्।



गोलभेंडाको फलमा देखिने पोटासियम कमीको लक्षण (Shoulder मा भने घामले उठेको लक्षण देखा परेको)  
(हयोगी कृषिकेन्द्रका मोरी तसिहितीबाट प्राप्त फोटो)



गोलभेंडाको पातमा पोटासियम कमीको लक्षण: फल बढ्ने समयमा फलका छेउका पातबाट यस्ता लक्षणहरु देखा पर्ने गर्दछन्। यो कम तापक्रमबाट हुने असरसँग मिल्ने खालको हुन्छ।

Kochi University का Kato का अनुसार Fusarium को Race-J3 बाट गोलभेंडामा हुने Fusarium wilt रोगको लक्षणमा पनि फलमा सेता धर्सा (White streak) देखिने गर्दछ। Race-J1 बाट पनि यस्तै लक्षण देखिन्छ। यसबाट, वीषाणु (Virus) र दुसी दुनैले गोलभेंडाको फलमा करिव-करिव असामान्य चयापचयी परिवर्तन (Metabolic Change) ल्याउँदछन्। Mori (Hyogo) का अनुसार फललाई तारले छोएको खण्डमा पनि धर्सागत रुपमा फल कुहिने गर्दछ।

पोटासियमको मात्रा कम भएको गोलभेंडामा सजिलैसँग घामले डड्ने समस्या देखा पर्दछ। यो Botrytis दुसीबाट हुने खैरो रंगको दुसी पत्र (Grey Mould) रोगको प्रारम्भिक लक्षणसँग मिल्ने खालको हुन्छ तर Grey mould भएको फलहरु कमजोर भई कुहिने र कुहिएको स्थानमा फुसा दुसीहरु देखिने हुँदा सजिलै छुट्टयाउन सकिन्छ।

काँक्रोमा टुप्पो मुकेका, फंद फुकेका, कम्मर छिनेका, गोलाकार खालका विकृत आकारका फलहरू पोटासियम कमीकै कारणवाट हुन्छन् भनिन्छ। यस्ता लक्षणहरू फल लिने समयको अन्तिम अवस्थानिर् २ खासगरी बढी तापक्रम तथा सुख्खा समयमा बढी मात्रा देखा पर्दछन्। फल गोला र वाङ्गिका आकारका फल पनि देखिन्छन्। यस्ता लक्षण पोटासियम कमी मात्रले नभै समयमा कमजोर विकास, गर्भाधानमा हुने गडबडी, विरुवामा खाद्यतत्व संचालनमा कमी आदिको संयुक्त असरको रूपमा देखा पर्ने गर्दछन्।

### रोकथामका उपायहरू (Measures to meet deficiency):

तरकारी बालीमा पोटासियमयुक्त मलको रूपमा पोटासियम क्लोराइड भन्दा पोटासियम सल्फेटको प्रयोग गर्नु उत्तम हुन्छ। पोटासियम सल्फेटले माटोमा नूनको मात्रा त्यति धेरै बढाउँदैन। तरकारी खेतीको लागि आधार मात्रा (Basal dose) को रूपमा १०० के.जी. पोटासियम सल्फेट प्रति हेक्टरका दरले प्रयोग गर्ने सिफारिस गरिएको छ। साधारणतया ०.३ प्रतिशत पोटासियम फस्फेट (Monobasic) को फोल पातमा छर्केनु उपयुक्त हुन्छ। यसका अलावा परालमा प्रशस्त पोटासियम पाइने हुँदा गाईबस्तुको विछ्यानलाई गोठेमलसँगै खेतवारीमा प्रयोग गर्दा यसले छापोको काम गर्नुका साथै पोटासियमको श्रोतको रूपमा पनि काम गर्दछ। पराल (विरुवाका मरेका तन्तु) वाट बपांदको पानीवाट पनि पोटासियम घुलनशील भई सजिलै माटोमा मिल्दछन्।

कुनै तरकारी बाली पोटासियम कमीवाट बढी प्रभावित हुन्छन् भने कुनै कम प्रभावित हुन्छन्। बढी प्रभावित हुनेमा सखरखण्ड, भटमास, गोलभेंडा, भाण्टा आदि पर्दछन्। त्यसैगरी काँक्रो, पालुङ्गो, चाइनिज वन्दा, सलगम आदि पोटासियम कमीवाट कम प्रभावित हुन्छन्। चम्पु, गोदावरी, छयापी आदि भने पोटासियम कमीलाई सहन सक्ने (Resistant) मा पर्दछन्। एउटै परिवारमा पनि कुनै बढी प्रभावित हुनेमा पर्दछ भने कुनै कम प्रभावित हुनेमा पर्ने सक्दछ। उदाहरणका लागि— दुवै Brassicaceae परिवारमा परे तापनि वन्दा पोटासियम कमीवाट बढी प्रभावित हुन्छ भने मूला कम प्रभावित हुन्छ। रातो भेंडे खुर्सानी (Red pepper), Solanaceae परिवार भित्र पर्ने पोटासियम कमी निरोधक तरकारी हो।

साधारणतया: फल खाने तरकारी बाली, तरुल-गाना खाने तरकारी बाली र कोशेवाली (Fruit vegetable, Tuber crops, Leguminous crop) आदिलाई बढी मात्रामा पोटासियमको आवश्यकता पर्दछ भने पात खाने तरकारी (Leaf Vegetables) तथा जरा खाने तरकारी (Root vegetables) लाई कम पोटासियम आवश्यकता पर्दछ। तर हरित घरमा भने पोटासियम जम्मा भई पोटासियमको मात्रा बढी हुने सम्भावना हुन्छ।

### पोटासियम बढी (Potassium Excess):

#### बढीको लक्षण Excess Symptoms):

पोटासियम बढीका लक्षणहरू दुई प्रकारका हुने गर्दछन्। प्रथम: पातका किनाराहरू बटारिने र पातको सतह एकैनाशको नहुने। दोश्रो: पातका नशा बीचको भागमा हरित कण्ठिनता लक्षण देखा पर्ने। दोश्रो प्रकारको लक्षण भने पोटासियम बढीको प्रत्यक्ष असर नभै पोटासियम बढीको कारण सृजना हुने म्याग्नेसियम कमीको कारणवाट हुने गर्दछ।

सामान्यतया तरकारी बालीमा बढी मात्रामा पोटासियमयुक्त मल प्रयोग भए तापनि बढीका लक्षणहरू देखा पर्दैनन्। विरुवाको तन्तुमा २ प्रतिशत (सुख्खा तौल) पोटास हंडासम्म तरकारी बालीको वृद्धि विकास राम्रो नै हुन्छ। माटोमा पोटासियमको मात्रा धेरै नै बढी भएको खण्डमा विरुवाले आफ्नो तन्तुमा ५-६ प्रतिशत सम्म पोटासियम हुने मात्रासम्म यसको शोषण गर्दछ। यसरी विरुवाको तन्तुमा पोटासियमको मात्रा ५-६ प्रतिशतसम्म पाइए तापनि विरुवाको वृद्धि विकास राम्रो भएको पाइने हुँदा तरकारी बालीले अनावश्यक रूपमा पोटासियम शोषण गर्ने पुष्टि हुन्छ।

माटोमा परीक्षणको रूपमा पोटासियमको मात्रा बढी प्रयोग गर्दा समेत बढीको लक्षणहरू देखा पर्ने कठिन हुने गर्दछ। गोलभेंडामा धेरै वर्षसम्म २८० मि.ग्रा./१०० ग्रा.माटो दरको बढी मात्रामा पोटासियम प्रयोग गर्दा समेत पोटासियम बढेको लक्षण देखा परेन। पातमा म्याग्नेसियमको मात्रा घट्दो क्रममा पाइए तापनि म्याग्नेसियम कमीको लक्षण समेत देखा परेन।

तरकारी अनुसन्धान केन्द्र (Vegetable Research Centre) का Araki ले भने काँक्रोमा बढी मात्रामा पोटासियम प्रयोग गरी म्याग्नेसियम कमी भई देखा पर्ने लक्षण सृजना गराउन सफल भए। उनले यस्तो लक्षण देखा पार्ने सफल भएको माटोमा पोटासियम र म्याग्नेसियमको मात्रा ८:१ को अनुपातमा थियो। रङ्गिन चित्र भएको पेजमा देखाइए जस्तै नशा बीचको भागमा हुने हरित कण्ठिनता दुई प्रकारका हुन्छन् र यस्तो लक्षण देखा पर्ने माटोको तापक्रम (जरा नजिक) कम हुन जरुरी हुन्छ।



काँक्रोमा पोटासियम बढी हुँदा म्याग्नेसियम कमी भई देखा पर्ने लक्षण: सामान्य किसिमको म्याग्नेसियम अभावमा भन्दा भिन्न किसिमको क्लोरोसिस देखा पर्दछ। (तरकारी अनुसन्धान केन्द्रका आराकी कोइचावाट प्राप्त फोटो)

जलखेतीमा भने सजिलैसँग पोटासियम बढीका लक्षणहरु देखा पर्ने गर्दछ। जसमा पातका किनारा उठ्ने र पातको सतह सेतो रङ्गको (म्याग्नेसियम कमीको लक्षण जस्तै) हुने गर्दछ।

सुन्तलाको बोटमा बढी मात्रामा पोटासियमको प्रयोगबाट पातहरु कडा किसिमका हुने, हाँगाहरुको विकास कमजोर हुने र फलको बोक्रा बाक्ला हुने गर्दछ। साथै फलको स्वाद नमिठो हुने गर्दछ। यस्तो हुनुको कारण चिनी र अम्लको अनुपात फलमा कम हुने हुनाले हो।

पोटासियम बढी भएको चरण क्षेत्रमा चरण गर्ने तथा सो क्षेत्रको घाँस खुवाइएका जनावरमा (गाई-गोरु) ग्रास टिटानी (Grass tetany) राग लाग्ने सम्भावना ज्यादा रहन्छ। पोटासियमको मात्रा बढी भई म्याग्नेसियमको मात्रा घाँसमा कम हुन जान्छ। यस्तो घाँस खाएका जनावरमा समेत म्याग्नेसियमको मात्रा कम हुन जान्छ। यसबाट रगतमा म्याग्नेसियमको मात्रा घट्न गई जनावरहरु उत्तेजित हुने, तर्सिने खालका हुन्छन्। म्याग्नेसियमयुक्त खाना खुवाएर यस रोगबाट छुटकारा दिलाउन सकिन्छ। पोटासियमका साथै साइट्रिक एसिड र ट्रान्स-एकोनिटीक एसिडको मात्रा बढी हुँदा जनावरमा यो रोग लाग्ने गर्दछ।

### बढी हुने कारणहरु (Causes of excess):

माथि उल्लेख गरिसकिएको छ कि बिरुवाले पोटासियम अनावश्यक रूपले बढी मात्रामा शोषण गर्ने गर्दछ। यसरी बढी मात्रामा शोषण गरेको पोटासियमबाट बिरुवामा कुनै असर (सकारात्मक तथा नकारात्मक) नदेखिने हुन्छ। यो कुरा नबुझेका किसानहरुले बिरुवालाई दरा तथा रोगसँग लड्ने क्षमता बढाउनका लागि बढी मात्रामा पोटासियम प्रयोग गर्ने गरेको पाइन्छ। यसप्रकार बढी मात्रामा प्रयोग भएको पोटासियम बिरुवाले पूर्ण रूपमा शोषण गर्न सक्दैन र माटोमा यसको मात्रा बिस्तारै बढ्दै जान्छ। यो क्रम हरित घर, जहाँ वर्षादको पानी पर्न पाउँदैन, त्यहाँ तीब्र किसिमले हुने गर्दछ। यस प्रकारबाट माटोमा पोटासियमको मात्रा बढी हुँदा म्याग्नेसियम अभावको वातावरण सृजना हुने पनि गर्दछ।

### मिल्दाजुल्दा लक्षणहरु (Similar symptoms):

पोटासियम बढी हुँदा पातका नशा बीचको भागमा हरितकण हिनता देखा पर्दछ। यस्तै लक्षण म्याग्नेसियम कमी हुँदा पनि देखिने हुँदा यसको निश्चालको लागि माटो तथा बिरुवाको तन्तु परीक्षण गर्न जरुरी हुन्छ।

अर्को लक्षणमा पातको सतह विषम हुने लक्षण केही हदसम्म काँकोको मोजाईक वीषाणु (Cucumber Mosaic Virus) को लक्षणसँग मिल्ने खालको हुन्छ। तर CMV जसको तात्त्विक विशेषता भनेको मोजाईक आकार हो र यसमा धेरै मात्रामा हल्का पहेलो र स्पष्ट दागरु नदेखिने हुन्छ।

### रोकथामका उपायहरु (Measures to meet excess):

हालसम्म यस पक्षिकारले पोटासियम बढीबाट बिरुवालाई नोक्सानी पुऱ्याउने खालको लक्षणहरु खेतबारीमा देखेका छैनन्। यसकारणले पनि पोटासियम बढीको रोकथामका उपायहरु सिफारिस गर्न अप्ठ्यारो हुन्छ। पोटासियम बढी भएको थाहा हुनासाथ पोटासियमयुक्त मलखाद नराखिकन तरकारी खेती गर्नु सिफारिस गरिन्छ अथवा पर्याप्त सिँचाई गरी माटोमा बढी मात्रामा रहेको पोटासियमलाई चुहाएर घटाउनु राम्रो हुन्छ तर पानी लगाएर चुहाउने तरिका राम्रो मानिँदैन। पोटासियम बढी हुँदा म्याग्नेसियम, क्याल्सियम, नाईट्रोजन र फस्फोरसको अभाव हुने हुँदा माटोमा यी खाद्यतत्वहरु पूर्ति गर्नु राम्रो उपाय हो। साथै अनावश्यक रूपमा पोटासियमको प्रयोग भने रोक्नु पर्दछ।

### पोटासियम जाँच गर्ने सरल तरिका (Easy test for Potassium):

#### आवश्यक रिएजेन्ट (Necessary reagent):

यस परीक्षणको लागि ५ प्रतिशत को Sodium Tetraphenyl Boron (STPB) भोल प्रयोग गरिन्छ। यस रिएजेन्टको आविस्कार १९४० को दशकमा जर्मनीमा भएको हो। यसको उपयोग समय भने धेरै कम अर्थात् १-२ हप्ता मात्र हुन्छ। यदि शुद्ध Grade को रसायनबाट बनाइएको खण्डमा यस रिएजेन्ट रङ्ग बिहीन र पारदर्शक किसिमको हुन्छ र यस्तो रिएजेन्टलाई छायाँ (कोठाको तापक्रम)मा तीन महिनासम्म प्रयोगमा ल्याउन सकिन्छ। तर, रिएजेन्टको प्रभावकारीता (Sensitivity) भने क्रमिक रूपले घटिरहने हुँदा जहिले पनि एउटा स्टान्डर्डसँग तुलना गर्नु उपयुक्त हुन्छ।

कुनैकुनै बेला भर्खरै किनेर ल्याएको रसायन पानीमा घोल्दा सेतो रङ्गको हुने गर्दछ। रसायनको गुणस्तर नजान्ने घट्टदछ र यस्तो रसायन विश्लेषणमा प्रयोग गर्न हुँदैन। यदि गुणस्तर धेरै नै बिग्रेको छ भने फेनलको गन्ध आउँदछ। यस्तो रिएजेन्टको प्रयोग नगरी पुनः बनाउनु राम्रो हुन्छ।

पोटासियमको सरल परीक्षणको लागि Cobalt nitrate, Sodium nitrite र Acetic Acid मिलाई बनाएको मिश्रित रिएजेन्टको पनि प्रयोग गर्न सकिन्छ। तर यस रिएजेन्टबाट धेरै मात्रामा ग्याँस निस्कने र प्रयोगमा आउने सर-सामानहरु चाँडै बिग्रने हुँदा फिल्डमा प्रयोगको लागि त्यति उपयुक्त हुँदैन।

### जाँच गर्ने तरिका (How to test):

सर्वप्रथम नाईट्रोजनमा वर्णन गरिएको विधि अनुसार निस्सारित भोल (Extracted Solution) तयार पार्ने । सफा टेष्टट्यूबमा २ मि.ली. निस्सारित भोल लिने र २ थोपा रिजेण्ट थप्ने । टेष्टट्यूबलाई कमिमा ५ मिनेटसम्म रहन दिने । त्यसपछि टेष्टट्यूबलाई राम्रोसँग हल्लाउने र धमिलो रंग (Turbidity) लाई रङ्गिन तालिकासँग तुलना गरी मान पत्ता लगाउने । रङ्गिन तालिका चित्रयुक्त पेजमा देखाइएको छ । ट्यूबको पछाडि पत्रिका राखी सोको अक्षर पढ्न सकिने अथवा नसकिने आदि तुलनाबाट पनि मान पत्ता लगाउन सकिन्छ ।

विश्लेषण गरिने नमूनामा  $\text{NH}_4$  Nitrogen बढी मात्रामा छ भने यसले माथि उल्लेखित परीक्षणलाई प्रभावित गर्न सक्दछ । यसको असर कम गर्न फोर्मालिनको प्रयोग गर्न सकिन्छ । तर फोर्मालिनको प्रयोग गर्दा परीक्षण विधि जटिल किसिमको हुने हुँदा यस विधिलाई यहाँ वर्णन गरिएको छैन ।  $\text{PH}$  मान ४-१० सम्म हुँदा सरल परीक्षण विधि उपयुक्त मानिन्छ ।

बिरुवाको तन्तु परीक्षणको लागि २ मि.मी. आकारमा काटिएको Petiole को ०.२ ग्राम नमूनालाई सफा टेष्टट्यूबमा लिने र १० मि.ली. पानी (डिस्टिल्ड) हाली राम्रोसँग हल्लाउने । त्यसपछि १० थोपा पोटासियम जाँच गर्ने रिजेण्ट थप्ने र धमिलो (Turbidity) को तुलना आदि कार्य माथि उल्लेख गरिए जस्तै गरी गर्नु पर्दछ ।

धमिलो (Turbidity) को मात्रा +++++ वा सो भन्दा बढी भएको खण्डमा धमिलो (Turbidity) तुलना गरिएको भोललाई नै पातलो गरी पुनः तुलना गर्न सकिन्छ । तर यस प्रकार पुनः तुलना गरेर पाइएको मात्रालाई कति गुणा पातलो गरिएको हो सोले गुणा गरेर सहि मात्रा निकाल्नु पर्दछ । धमिलो (Turbidity) देखा पर्ने मुख्य कारण भनेको सो भोलमा भएको Potassium Tetraphenyl Boron (PTPB) ले गर्दा हो । PTPB को घुलनशीलता कम हुने र यसको Stability बढी हुने हुँदा Turbidity देखा परि सकेपछिको भोललाई पातलो गर्न सम्भव भएको हो ।

### पहिचान गर्ने मापदण्ड (Standard for diagnosis):

पानीमा घुलनशील पोटासियम ( $\text{K}_2\text{O}$ ) को मात्रा निर्धारण तालिका:

| Turbidity level                             | +                    | ++                    | +++          | ++++               | +++++            |
|---|----------------------|-----------------------|--------------|--------------------|------------------|
| पत्रिकामा देखिने अक्षर                      | राम्रोसँग पढ्न सकिने | देखिने तर पढ्न नसकिने | मधुरो देखिने | धब्बा जस्तो देखिने | केही पनि नदेखिने |
| परीक्षण भोलमा पि.पि.एम.                     | १०                   | २५                    | ५०           | १००                | २००              |
| मि.ग्रा./१०० ग्रा. सुख्खा माटो (के.जी./हे.) | ५ (५०)               | १२.५ (१२५)            | २५ (२५०)     | ५० (५००)           | १०० (१०००)       |
| माटोको भोलमा पि.पि.एम.                      | १५०                  | ३७५                   | ७५०          | १५००               | ३०००             |
| माटोको भोलमा मि.इ./ली                       | ३.२                  | ८.०                   | १६           | ३२                 | ६४               |
| स्तर  | कम                   | उपयुक्त               | बढी          | धेरै बढी           | अति बढी          |

तालिकामा पानीमा घुलनशील पोटासियमको मात्रा र त्यसको वर्गीकरण देखाइएको छ । सामान्यतया एमोनियम एसिटेटद्वारा निस्सारण गरिएको पोटासियमको मात्रालाई प्राप्य पोटासियमको मात्राको रूपमा लिने चलन भए तापनि तरकारी खेती गरिने जमीनमा पोटासियमयुक्त मलखाद बढी प्रयोगका कारण पानीमा घुलनशील पोटासियमको मात्रा बढी हुने गर्दछ । तसर्थ तरकारी खेती गरिने जमीनको पोटासियम निर्धारणका लागि पानीमा घुलनशील मात्रा बढी प्रभावकारी हुन्छ ।

बिरुवाको तन्तुमा हुने पोटासियमको मात्रा हिसाव गर्नको लागि माथि उल्लेखित परीक्षण विधि अनुसार परीक्षण गरी प्राप्त परीक्षण भोलमा रहेको मात्रालाई ५० ले गुणा गर्न सकिन्छ ।

तरकारी बाली अनुसन्धान केन्द्र (Vegetable Research Centre) का Hori का अनुसार राम्रो वृद्धि विकास भएको बिरुवाको तन्तुमा हुने पोटासियमको मात्राको दायरा (Range) कम हुने गर्दछ । Tokyo university का Sugiyama का अनुसार राम्रो वृद्धि विकास भएको बिरुवाको तन्तुमा पाइने पोटासियमको मात्रा घटीमा ०.२८ प्रतिशत हुने गर्दछ । यसलाई परीक्षण भोलमा पाइने मात्रामा बदल्दा ०.२८ प्रतिशत = २८०० पि.पि.एम. = २८००/५० = ५६ पि.पि.एम. हुन आउँछ । तालिका अनुसार यो +++ वर्गीकरणमा पर्दछ । वर्गीकरण तालिकाको +-++ भएको अवस्थामा पोटासियमयुक्त मल प्रयोग गर्ने गर्नु पर्दछ ।

# क्याल्सियम (Calcium)

## क्याल्सियमको कमी (Calcium Deficiency):

### कमीको लक्षण (Deficiency symptoms):

बोटभित्र क्याल्सियम सजिलैसँग परिवहन हुँदैन। जब कमी हुन्छ, कोपिलाको टुप्पा र जराको टुप्पा (जुन सबैभन्दा बढी क्याशील हुन्छ) को वृद्धि रोकिन्छ। किनभने क्याल्सियमको कमी भएमा साधारणतया कोष विभाजन हुन पाउँदैन र कोपिलाको टुप्पा सुक्ने, राम्रो वृद्धि नहुने र कोपिलाको टुप्पोको पातहरू पहेंलो हुने गर्दछ।

क्याल्सियमको सम्बन्ध माइटोकण्ड्रिया (Mitochondria) को क्याकलाप र चिनी (sugar) लाई एक ठाउँबाट अर्को ठाउँमा लैजानेसँग मात्र हैन कि यसको सम्बन्ध कोषको झिल्ली (Cellular membrane) र न्यूक्लियस (Nuclei) बन्ने प्रकृत्यामा पनि त्यत्तिकै रहेको हुन्छ। अनि लक्षण एकदमै प्रष्ट रूपले देखा पर्दछ। क्याल्सियमले प्रांगारिक अम्ललाई तटस्थ गर्ने गर्दछ र अक्सिन (Auxin) ले कोषलाई वढाउने काम गर्दछ। जुन कुरा क्याल्सियमको अनुपस्थितिमा हुने गर्दछ भन्ने कुरा हाल आएर अस्वीकार गरिएको छ।



क्याल्सियमको कमी हुँदाको लक्षणहरू पानीमा बोटहरूलाई उमादा (Hydroponic condition) अथवा टिस्यु कल्चर (Tissue culture) गरेर हेर्दा सजिलैसँग देखाउन सकिन्छ। अर्कोतिर खेतबारीमा प्रशस्त मात्रामा क्याल्सियम भए तापनि क्याल्सियमको कमीको लक्षणहरू देखिन सक्दछन्।

फल लाग्ने तरकारी वालीहरू (Fruit vegetables) मध्ये गोलभेंडाको ब्लुजुम इण्ड रट (Tomato blossom end rot) हुँदाको लक्षणको बारे सबैलाई थाहा छ। यसमा फूल लाग्ने ठाउँमा पानीले भरेको जस्तो हुन्छ र गाढा चाउरेको जस्तो हुन्छ। यस्तै लक्षणहरू भेडे खुर्सानी (Sweet pepper) मा Blossom end rot लाग्दा पनि हुन्छ।

भुईँकाफल (Strawberry) को हकमा क्याल्सियमको कमीले पातको टुप्पो डढेको (Tip burn) जस्तो लक्षण देखिनुको साथै पातको किनारा सुक्दै जानुको साथै घुमिदै जान्छ।

तरबुजा (Melon) मा फल कुहिने (Fermenting fruit) लक्षण जसमा फलको गुदी (Pulp) पाक्नु भन्दा अगाडि नै नरम हुन्छ। यो पनि क्याल्सियमको कमीले गर्दा हुने गर्दछ।

पाते तरकारी वालीहरू (Leaf vegetables) मा जस्तै: सेलेरीको पात कुहिने (Celery leaf rotting) लक्षण पनि क्याल्सियमको कमीले गर्दा हुन्छ। यसमा नयाँ पातको टुप्पा खुम्चिने र कालो रूप देखाउँदछ। चाइनिज बन्दा (Chinese cabbage) र बन्दामा क्याल्सियमको कमीले Black heart हुन्छ। जसले गर्दा बन्दाकोभित्र पट्टिको पातको किनारा कालो हुन्छ भने टुप्पा डढ्ने (Tip burn) हुँदा बन्दाको बाहिर पट्टिको पातको किनारा खुम्चिने र मर्ने गर्दछ। त्यस्तै गरेर जिरिको साग (Lettuce) र प्याजमा (Onion) टुप्पा कुहिने (Tip rotting) लक्षण देखा पर्दछ। जरे तरकारी वालीमा खोको (Cavity spot) हुने लक्षण हुन्छ। जसमा जरालाई खोको बनाउँछ र पछि गाँजर को सतह कुहिन्छ। यस्तै गरेर टारो (Taro) मा कोपिला हराउने (Collapse of bud) अथवा विग्रने लक्षण देखाउँछ। जब खेतबारीमा केही असामान्य (Disorder) कुराहरूको बारेमा थाहा पाउन परेमा विग्रिएको अथवा सम्बन्धित ठाउँ हेरेर मात्र निर्णय गर्न हुँदैन। कम्तिमा तल भनिएको जस्तो विश्लेषण गरेर मात्र निधो लिनु पर्दछ। यस्ता असामान्य लक्षणहरू त्यस्ता तत्वहरूको कमी हुँदा देखिने हुनुपर्छ र फेरि त्यस्ता तत्वहरू थप गरेमा लक्षणहरू सुधार हुनुपर्दछ। सायद माथि उल्लेख गरिएको अवस्था सबै ठाउँमा लागु नहुन पनि सक्दछ। केही लक्षणहरू तत्व थप्दा सुधार हुन सक्दछ र कहिलेकाही तत्कालै तत्वले प्रभाव नदेखाउन पनि सक्दछ। यसका साथै यसका लागि विभिन्न



तत्वहरूको एक अर्कोसँग कस्तो संयन्त्र (Mechanism) छ भन्ने कुराको बारेमा पनि प्रष्ट जानकारी हुनु पर्दछ। यथार्थमा खेतवागीमा देखिने केही असामान्य लक्षणहरू प्रष्ट रूपमा देखाउन सकिन्छ। त्यसमध्ये क्याल्सियमको कमीको लक्षणहरू केही अप्ठ्यारा छन्। क्याल्सियम कमीको लक्षणमा क्याल्सियमयुक्त मल प्रयोग गर्दा पूरा मात्रामा प्रभाव परेको देखाउँदैन। क्याल्सियमको कमीले गर्दा Tomato Blossom end rot का लक्षणहरू र Celery leaf rot का लक्षणहरू देखा पर्दछ। जुन कुराहरू क्याल्सियम क्लोराइड ( $\text{CaCl}_2$ ) को घोल बोटमा छर्कनाले यस्ता लक्षण आउनबाट रोक्न सकिन्छ र क्याल्सियमको प्रयोग नगरिकन यस्ता लक्षणहरू निकाल्न सकिन्छ। तर हालै यो कुरामा जानकारी आएको छ कि चाइनिज बन्दा (Chinese cabbage) र बन्दा (Cabbage) मा क्याल्सियम क्लोराइड ( $\text{CaCl}_2$ ) को घोल बोटमा छर्कदा यसको रोकथाम गर्न प्रभावकारी देखिन्छ।

### कमी हुने कारणहरू (Causes of Deficiency):



विहान सबेरै पातमा पानीको थोपा देखिनुको अर्थ जराको चापले गर्दा पानी नशाको (Water pore) अन्तिम बिन्दुमा पुगेको हो र यसले जराको क्याकलाप राम्रो भएको देखाउँछ।

पुलजकिल Pultzkil (Wisconsin Univ.) ले बन्दाको टाउकोमा (Cabbage head) प्लाष्टिकको पत्र र एल्मुनियमको पत्र (Aluminum foil) ले भित्री पात अथवा बाहिरी पातमा छोपेको अवस्थामा रेडियोएक्टिभ क्याल्सियमको (Radio active calcium,  $^{45}\text{Ca}$ ) फैलावट अथवा वितरण (Distribution) बारेमा अध्ययन गरे। जब भित्री पातहरू छोपेर बाहिरी पातहरू नछोपेका क्याल्सियम भित्री पातसम्म पुगेन र Black heart को लक्षण सजिलै देखे। यसको अर्थ सबै क्याल्सियम बाहिरी पातमा पुग्यो। जहाँबाट धेरै मात्रामा उत्स्वेदन (Transpired) प्रक्रिया भयो।

रातको समयमा बढी आर्द्रता (High humidity) र भित्री तथा बाहिरी पातहरूमा कम उत्स्वेदन (Transpiration) प्रक्रिया भएको अवस्थामा, यस बाहेक पानीको चाल माथितिर बढी क्याशिल भएको बेलामा क्याल्सियमको फैलावट बन्दाको भित्री पातको टुप्पाहरूमा सामान्य हुन्छ। बन्दा (Cabbage) र चाइनिज बन्दा (Chinese cabbage) को भित्री पातहरूमा उत्स्वेदन (Transpiration) प्रक्रिया कम हुन्छ र Black heart को लक्षण देखिने सम्भावना पानीको चालमा (Water movement) भर पर्दछ जसले क्याल्सियमको वितरणमा प्रभाव पार्दछ। Tomato blossom end rot हुनुको एउटा मुख्य कुरा पानीसँगै क्याल्सियमको वितरण पनि एक हो किनभने फलमा उत्स्वेदन प्रक्रिया (Transpiration activity) धेरै कमजोर हुन्छ।

क्याल्सियम तत्व बोट विरुवाले पानीसँगै घोलको रूपमा कम शक्ति लगाएर सोस्ने गर्दछ तर अरु तत्वहरू सोस्नको लागि धेरै शक्तिको आवश्यकता पर्दछ। क्याल्सियम पानीसँगै जाइलम (Xylem) को माध्यमबाट बोटविरुवाको माथिल्लो आयन विनिमय (Ion-exchange) को प्रक्रियाबाट बोट विरुवाको प्रत्येक भागमा पुग्दछ। पानीको चाल (Water Movement) जराबाट माथिल्लो पातहरूसम्म पुग्नको लागि माथिल्लो पातको Stomata बाट हुने उत्स्वेदन (Transpiration) प्रक्रिया मात्रले गर्दा हुने हैन कि यसको जराको चाप (यसको चाप १.५ देखि २ atmosphere देखाउँछ) ले पनि सहयोग गर्छ।



यहाँ बोटभित्र पानी सोस्ने (Absorption) र वितरण हुने क्रिया उत्सवेदन (Transpiration) र जराको चाप (Root pressure) ले हुने कुरा वर्णन गरियो। तर कोहेसिभ शक्ति (Cohesive energy) र रासायनिक शक्ति (Chemical potential) ले पनि पानीको चाल गर्न सहयोग गर्दछ तर यिनीहरू पानीको चालसँग त्यति धेरै सम्बन्धित छैन।

हालै नयाँ कुरा आएको छ कि क्याल्सियम कमीको लक्षण बोटभित्र क्याल्सियमको असमान वितरण (Misdistribution) ले गर्दा हुने कुरा देखियो तर पहिलेको कुरा फुटो भन्ने होइन। त्यसैले यसलाई तल दिइएको अनुसार व्याख्या गर्न सकिन्छ।

धेरैजसो क्याल्सियम कमीको लक्षण बढी मात्रामा नाइट्रोजनयुक्त मल प्रयोग गर्नाले हुने गर्दछ। उदाहरणको लागि बन्दा (Cabbage) र चाइनिज बन्दा (Chinese cabbage) मा जब एमोनियम नाइट्रोजन (Ammonium Nitrogen) मल बढी मात्रामा प्रयोग गर्नाले ब्ल्याक हार्ट (Black heart) को लक्षण देखिन्छ। यसको संयन्त्र (Mechanism) यस्तो हुन्छ कि जब बढी मलको प्रयोग हुन्छ तब तरकारी वालीको बृद्धि हुने टुप्पोको भागमा क्याल्सियम सोस्ने कुरामा बाधा पुग्छ। अनि ब्ल्याक हार्ट र टुप्पा डड्ने (Tip burn) दुवै यही प्रक्यावाट नै हुने गर्दछ।

वातावरणमा हावाको तापक्रम बढी र माटो सुख्खा भएको अवस्थामा गोलभेडामा ब्लोजोम ईन्ड रट (Blossom end rot) सर्जिलैसँग देखा पर्दछ। माटो सुख्खा भएमा बोटले क्याल्सियम सोस्ने कम हुन्छ अनि बढ्दै गरेको फल जसलाई बढी क्याल्सियमको आवश्यक हुन्छ, त्यसलाई क्याल्सियमको कमी हुन जान्छ तापनि गोलभेडालाई पानीमा खेती (Hydroponic) गर्दा ब्लोजोम ईन्ड रट (Blossom end rot) को लक्षण देखा पर्दछ। यस्तो हुनाको कारणमा खाद्य तत्वहरूको सन्तुलन नहुनु अथवा पानीमा (घोलमा) खाद्यतत्वको मात्रा बढी हुनाले हुन सक्छ।

भुईँकाफल (Strawberry) को पातमा टुप्पो डड्ने (Tip burn) लक्षण तापक्रम बढी भएर सुख्खा भएर अथवा घोल (Culture solution) को मात्रा गाढा भएको कारणले हुने गर्दछ।

सामान्यतया माटोमा क्याल्सियमको मात्रा कम भएर बोटविरुवालाई कम प्राप्त हुने होइन। तर जब माटोमा क्याल्सियमको अनुपातमा हाइड्रोजनको मात्रा बढेमा माटो अम्लिय हुन्छ र तरकारी वालीलाई अम्लियपनाले क्षति पुर्‍याउँछ।

जब माटो अम्लिय हुन्छ तब एल्मुनियम (Aluminum) तत्व घुलनशील हुन्छ। यसका साथै विषाक्त हुन पुग्छ। यस अवस्थाको घुलनशील एल्मुनियम एक्वा आयन (Aqua Ion) को रूपमा हुन्छ। जुन पानीको अणु ( $H_2O$  molecules) सँग मिलेर बस्छ। एक्वा आयन जलीयकरण Hydrolyzes भएर ओक्जोनियम ( $H_3O^+$ ) निकाल्छ र अम्ल बन्छ। त्यसैले एल्मुनियम आयन र ओक्जोनियम आयनको संयुक्त प्रभावलाई नै अम्लियपनाको क्षति भनिन्छ।

### मिल्दा-जुल्दा लक्षणहरू (Similar symptoms):

क्याल्सियमको कमी र सुहागको कमी एकै किसिमका हुन्छन्। दुवैको लक्षण बृद्धि टुप्पामा असामान्य हुन्छ तर केही शुष्म भिन्नता पाइन्छ। उदाहरणको लागि सेलरी (Celery) मा क्याल्सियमको कमी हुँदा लम्बाईतिरबाट खैरो सुकेको दाग (Brown dead strip) देखिन्छ भने अर्कोतिर सुहागको कमी हुँदा तेर्सोतिर अथवा छेउ-छेउबाट चिरिने वा फुट्ने (Lateral crack) हुन्छ। गोलभेडामा क्याल्सियमको कमी हुँदा नयाँ पातहरूको किनारामा पहेंलो हुन्छ र सुहागको कमी भएमा पातको नशाहरूमा पहेंलो सेतो देखापर्दछ।

रोग तथा किराहरूबाट हुने धेरैजसो लक्षणहरू क्याल्सियमको कमी हुँदाको लक्षणहरूसँग मिल्दोजुल्दो हुन्छन्। गोलभेडामा क्याल्सियमको कमी हुँदा बोटको बृद्धि हुने टुप्पा मर्दछ। माथिल्लो पातहरू पहेंलिन्छन् र बोटको बृद्धि कम हुन्छ। जुन लक्षणहरू TMV ले क्षति गर्दाको लक्षणसँग मिल्दो हुन्छ। भाइरस (Virus) ले क्षति गर्दा गोलभेडाको पातहरू क्याल्सियमको कमी हुँदाको लक्षणहरू जस्तै देखाउँछ। यसका साथै पातहरू मसिना र मोजाइक (Mosaic) देखिन्छ अनि भाइरसबाट हुने लक्षणहरू कहिलेकाहीँ क्याल्सियमको कमीको लक्षणसँग भिसिएर गलत निर्णय हुन जान्छ। गोलभेडामा ब्लोजोम ईन्ड रट (Blossom end rot) को लक्षण फोमा रट (Phoma rot) सँग मिल्दो हुन्छ। जसको लक्षणमा फल खैरो र रङ्ग भई गोलाकारमा सानो कुहिएको दाग देखिन्छ। यस बाहेक रोग लाग्दा फलमा गोलाकार दागहरू पछि गोलाकार दागमा परिणत हुन्छ र पातमा खैरो रङ्गको दागहरू भेटिन्छ।

भेडेखुसांनी (Sweet pepper) मा ब्लोजोम ईन्ड रट (Blossom end rot) लाग्दाको लक्षणहरू Phytophthora blight, Anthracnose (by Glomeralla) अथवा Sun burn सँग मिल्दो हुन्छ। जसमा सुख्खा र चर्को घाम लागेको अवस्थामा फलमा फिक्का खैरो सेतो दाग आउँछ।

Phytophthora blight लाग्दा फलको बोक्राको भित्रतिर र बियाँको वरिपरी दुसी (Hyphae) र दुसीको स्पोर (Spores) हुन्छ। यस बाहेक यस्ता फललाई जब चिस्यान भएको ठाउँमा राखेमा लक्षण भन बृद्धि हुन्छ। तर रोग निको भैसकेपछि पनि रोगका दागहरू रहिरहन्छ। एन्थ्रकनोज (Anthracnose) मा रोग लागेको ठाउँमा गोलाकार घेराहरू (Concentric circles) हुनुको साथै कालो दाग (Blackish spores) हुन्छ। तर सर्वप्रथम लक्षणहरू के कारणले भएको हो भन्ने कुरा छुट्याउनु महत्वपूर्ण हुन्छ। कहिलेकाहीँ भेडे खुसांनी







समयमा बढी आर्द्रता राख्नाले ब्लोजम ईन्ड रट (Blossom end rot) लाई प्रभावकारी रूपले रोकथाम गर्न सकिन्छ। यस्तै गरेर माटोको तापक्रम हावाको भन्दा बढी बनाउनु पनि प्रभावकारी नै हुन्छ। बन्दा र चाइनिज बन्दामा (Chinese Cabbage) क्याल्सियम कमीको लक्षणलाई रोकथाम गर्न पातमा उत्सवेदन प्रक्रिया (Transpiration) घटाउनु पनि प्रभावकारी मानिन्छ। उदाहरणका लागि हावाको चाल वा बहावलाई शान्त गर्ने अथवा केही रसायनहरूको प्रयोग गर्ने जसले पातमा हुने रन्ध्र (Stomata) खुल्ने प्रक्रियालाई राक्ने गर्छ।

माटोमा चिस्यानको मात्रा राम्रो अवस्थामा राख्दा र उपयुक्त मलको मात्रा प्रयोगले जराको पानी सोस्ने कृयाकलापलाई बढाउनुको साथै जराको चाप (Root pressure) लाई पनि बढाउँछ।

भेडेखुसानीको खेती गर्दा बोटले क्याल्सियम सोस्ने प्रकृया बढाउनु प्रभावकारी हुन्छ तर यसको साथै बोटलाई फाइटोथोरा ब्लाइट (Phytophthora blight) बाट पनि रोकथाम गर्नु बढी प्रभावकारी हुन्छ। यसका लागि माटोलाई प्लाष्टिकको पत्रले ढाकिदिनु (Mulch) पर्दछ। किनकि पाइटोथोरा (Phytophthora) सामान्यतया माटोमा रहन्छ र पानी पर्दा चिसो माटोमा फैलिन्छ। माटोको पि.एच. बढाउन विभिन्न किसिमका वस्तुहरू पाइन्छन् र यी वस्तुको प्रयोग गरी पि.एच. मान मिलाउन उपयोगी हुन्छ।

## व्याल्सियमको बढी (Calcium Excess):

### बढीको लक्षण (Excess Symptoms):

जब माटोमा क्याल्सियमको मात्रा बढी हुन्छ, माटो क्षारिय हुन्छ र शुष्मतत्वहरू मध्ये मोलिब्डेनम (Molybdenum) बाहेक अरु बिरुवाले लिन सक्ने अवस्था हुँदैन। त्यसैले शुष्मतत्वहरूको कमीको लक्षण सजिलैसँग देखिन्छ। तर माटोको खेतीमा क्याल्सियम बढी भएको लक्षण देखाउँदैन। यसो हुनुको कारण माटोमा घुलनशील क्याल्सियमको यौगिकले क्याल्सियम आयन (Calcium Ion) को मात्रालाई नियन्त्रण गर्दछ। यदि विभिन्न क्षारिय पदार्थहरूको प्रयोग गरेर माटोको पि.एच. करीव ८ भए तापनि यसले कृषकको खेतबारीमा कमै प्रभाव पार्दछ। किनभने कृषकहरूले बढी मात्रामा माटो सुधारक वस्तुहरू (Amendments) र बढी मात्रामा कम्पोस्ट प्रयोग गरिरहेका हुन्छन्। तर यदि भरखरै सुधारिएको माटोको पि.एच. क्षारिय छ र शुष्म तत्वको मात्रा कम छ भने मूला बालीले सुहाग (Boron) कमी भएको लक्षण देखाउँछ। साथै यदि माटोमा जस्ताको कमी भए जस्ता कमी भएको लक्षण देखा पर्दछ। पि.एच. बढी भएर खाद्यतत्व कमीको देखाउने लक्षणहरू हरेक तत्वको कमीबाट देखाउने लक्षण उस्तै हुन्छ।

जल खेती (Hydroponic) गर्दाको अवस्थामा खाद्यतत्वको मात्रा बढी भएर क्षति गर्दा पनि क्याल्सियम कमी हुँदा देखाउने लक्षण जस्तै हुन्छ। गोलभेडा र काँक्रोमा पातको किनारा मात्रै सेतो हुन्छ र हेर्दा मरेको जस्तो देखिन्छ। यदि घोलमा खाद्यतत्वको मात्रा कडा नभएमा यस्ता लक्षणले तरकारी बालीको वृद्धिमा त्यति धेरै असर पुर्‍याउँदैन।

### बढी हुने कारणहरू (Causes of Excess):

यदि क्याल्सियमयुक्त मलको प्रयोग पहिला भएको छैन भने क्याल्सियमयुक्त मलखादको प्रयोगले तरकारी बालीको वृद्धि धेरै राम्रो गर्दछ। जापानमा पानी धेरै पर्ने भएको हुँदा साधारणतया माटो अम्लिय हुन्छ र तरकारी बालीलाई धेरै मात्रामा क्याल्सियमको जरुरी पर्दछ। त्यसैले क्याल्सियमको प्रयोगले राम्रो नतिजा दिन्छ।

कृषकहरू जसलाई माथि भनिएको कुराको बारे ज्ञान छ, तिनीहरूले निश्चय नै हरेक पल्ट खेती गर्दा क्याल्सियमयुक्त मलको प्रयोग गर्दछन्। जब तिनीहरूले हरितगृह (हरित घर) मा तरकारी उमारे तापनि क्याल्सियम प्रयोग गर्ने बानी नै हुन्छ। हरितगृहको माटोमा वर्षाको पानी पस्न पाउँदैन। त्यसैले क्याल्सियम तत्व पानीले धोएर लान पाउँदैन, जसले गर्दा केही वर्ष पछि कहिलेकाँही पि.एच. ८ भन्दा माथि पुग्छ।

तरकारी खेती गर्ने एउटा क्षेत्र Awaji Island, Hyogo Prefecture मा एउटा समस्या देखा पर्‍यो। कृषकहरूले हरेक पल्ट तरकारी खेती गर्दा क्याल्सियमयुक्त मलको प्रयोग गर्थे, जसले गर्दा माटो क्षारिय भयो र तरकारी बालीको वृद्धि पनि कम भयो। किनभने क्षारियपनाले गर्दा शुष्मतत्वहरू सोस्ने प्रक्रिया कम हुन्छ। यस कितावका लेखकले सोही क्षेत्रको एक ठाउँमा मूलामा सुहाग कमी भएको लक्षण पाए। पछि कृषकलाई सोध्दा उनले धेरै मात्रामा चूनको प्रयोग गरेको पाए।

### मिल्दा-जुल्दा लक्षणहरू (Similar Symptoms):

माटोमा पि.एच. बढी भएको कारणले शुष्मतत्वहरूको कमी हुँदा देखाउने लक्षणहरू हरेक शुष्म तत्वहरूको कमी हुँदा देखाउने लक्षणसँग मिल्दो हुन्छ। यसको व्याख्या पछि हरेक परिच्छेदमा गरिन्छ तर एउटा मुख्य फरक कुरा के छ भने पहिलोमा विभिन्न शुष्म तत्वहरू जस्तै फलाम (Fe), म्याङ्गानिज (Mn), सुहाग (B), जस्ता (Zn) र तामा (Cu) को हुने मात्रा कमी देखाउँछ। गोलभेडामा पातको किनारा मर्नेलाई क्याल्सियमको बढी भएको भनेर मानिन्थ्यो जुन कुरा कृषि रसायनको क्षतिसँग मेल खान्छ। तर क्याल्सियम बढी भएर हुने क्षतिहरू धेरै कम छ जसको व्याख्यालाई यहाँ हटाइएको छ।

### रोकथामका उपायहरू (बढी पि.एच.) (Measures to meet excess (High pH):

यसका लागि सर्वप्रथम खेतबारीमा क्याल्सियमयुक्त मलको प्रयोगलाई रोक्ने सल्लाह दिइन्छ। यदि माटो बलौटे छ भने पि.एच. छिट्टै घट्छ। हरितगृहमा हो भने पानी पर्दा प्लाष्टिकको छानालाई हटाई दिने र माटोलाई बढी पानीमा पार्ने। माटोको पि.एच. घटाउनको लागि फोस्फोरिक अम्ल (Phosphoric acid) को घोल अथवा गन्धक (Sulphur) को प्रयोग गर्नु आवश्यक छैन।

गमलामा फूल उमार्दा पि एच. घटाउनको लागि गमलामा राखिने माटोलाई अर्धविघटित प्रांगारिक माटो (Peat moss) सँग मिसाएर राख्ने गरिन्छ तर तरकारी खेतीको लागि यस्तो गर्नु जरुरी छैन ।

यसका लेखकले माटोको पि एच. ८.५ भन्दा माथि पाएको छैन । उसको अनुभवको आधारमा पि एच. ८.५ भन्दा तलले त्यति हानी पुऱ्याउँदैन । यस्तो अवस्थामा एउटा सम्भावना के हुन्छ भने बोटले शुष्म तत्वको कमी भएको लक्षण देखाउन सक्छ । त्यसैले यदि बोट बिरुवाको वृद्धि राम्रो भइरहेको छैन भने शुष्म तत्वहरुयुक्त घोल बनाएर बोटमा छर्ने गर्नुपर्छ । हरितगृहमा एमोनियम-नाईट्रोजन मल (Ammonium-nitrogen) को प्रयोग गर्नाले एमोनिया ग्याँसले सजिलैसँग क्षति पुऱ्याउँछ । त्यसैले यस मलको प्रयोग नगर्दा सुरक्षित भईन्छ ।

गोलभेंडाको खेती गर्ने केही कृषकको भनाई अनुसार गोलभेंडाको खेती गर्ने ठाउँमा क्याल्सियमयुक्त मल प्रयोग गर्दा माटोको पि.एच. बढ्यो र क्याल्सियमयुक्त मल प्रयोग रोकियो तर ब्लोजोम इण्ड रट देखा पर्‍यो ।

केही कृषकहरु जसले गोलभेंडाको खेती गर्थे, उनीहरुले के भने भन्दा खेरी जब पि.एच. बढी भएकोले एक पल्ट क्याल्सियमयुक्त मल प्रयोग गर्न रोक तर ब्लोजोम इण्ड रट (Blossom end rot) देखा पर्‍यो । तिनीहरुले यो कुरा पनि राखे कि जब क्याल्सियम सल्फेटको प्रयोग गर्दा माटोको पि.एच. बढेन । उनीहरुको माटोमा पर्याप्त मात्रामा क्याल्सियमको मात्रा (Exchangeable calcium) थियो तापनि ब्लोजोम इण्ड रट (Blossom end rot) निस्कनु एउटा अवसर मात्रै थियो । तर धेरै कृषकहरु यस कुरामा चिन्तित हुन्छन् कि यदि क्याल्सियमयुक्त मलको प्रयोग नगरेमा बाली बिग्रन्छ जब कि माटो क्षारिय छ ।

## क्याल्सियम जाँच गर्ने सरल तरीका (Easy Test for calcium):

### आवश्यक रिएजेन्ट (Necessary Reagent)

४ ग्राम एमोनियम अक्जालेट  $[(\text{COONH}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}]$  लाई १०० मि.लि. एसिटिक एसिड (१%) मा घोल्ने । यो रसायनलाई कोठाको तापक्रममा धेरै वर्षसम्म सुरक्षित राख्न सकिन्छ र सूर्यको प्रकाशले त्यति फरक पार्दैन । कम तापक्रममा दानाहरु (Crystal) देखा पर्दछ तर माथिको दाना सफा गरी प्रयोग गर्न सकिन्छ ।

### जाँच गर्ने तरीका (How to test):

सर्वप्रथम नाईट्रोजन विश्लेषण गर्ने तरिकामा जस्तै गरेर क्याल्सियमलाई माटोबाट निस्सारण गर्नु (Extract) पर्दछ । अनि भोललाई ह्वाटम्यान नं. ४२ फिल्टर पेपरबाट छान्नु पर्दछ । यदि माटोका चिम्टाईलो कणहरु राम्ररी छानिएको छैन भने छानिएको भोललाई (Filtrate) सेन्ट्रिफ्यूज (Centrifuge) ६००० आर. पि.एम.) गर्नु पर्दछ । अथवा छानिएको भोललाई एक रात त्यत्तिकै राखेर अर्को दिनमा माथिल्लो तहको सफा भोललाई विश्लेषण गर्नको लागि लिन सकिन्छ ।

त्यसपछि २ मि.लि. सफा भोल लिने र २ थोपा (करिब ०.१ मि.लि.) बनाइएको रसायन थप्ने यसो गर्दा सेतो रुपको धमिलो रुप (Turbidity) देखा पर्छ । यो तरिकामा रसायन थप्ने र थपिसकेपछि घोललाई हल्लाउने कुराले नतिजामा प्रभाव पार्दछ । रसायन थप्ने वित्तिकै (केही सेकेण्ड पछि) हल्लाउँदा २-३ मिनेट पछि हल्लाएको भन्दा राम्रो हुन्छ । त्यसैले तत्कालै राम्ररी हल्लाउनु पर्दछ र कमिमा ५ मिनेट सेता रङ्गको धमिलो रुप (Turbidity) निस्कनको लागि पर्खनु पर्दछ । अनि सेतो रङ्गको धमिलोलाई तुलना गरेर हेरिन्छ ।

पोटासियमको विश्लेषणमा जस्तै गरेर पत्रिकालाई टेष्ट ट्यूबको पछाडि राखेर अक्षर पढ्ने पनि उपयोग हुन्छ । टेष्ट ट्यूबको पछाडिपट्टि कालो कपडाको प्रयोग गरी गरिने मापन रङ्गिन तालिकामा देखाइएको छ ।

यस तरिकालाई भोलको पि.एच.मान ४ देखि १० सम्मले प्रभाव पार्दैन । रसायनको मात्रामा पनि चाहिने मात्राको १/४ देखि ४ गुणासम्म तल-माथि भए तापनि नतिजामा फरक पर्दैन । यस तरिकामा निस्किएको लेदो क्याल्सियम अक्जालेट (Calcium Oxalate) कडा क्षार (Strong alkaline) मा घुल्ने हुन्छ तर माटो परीक्षणमा यो सामान्यतया हुँदैन ।

बोटको परीक्षण (Plant analysis) को लागि २ मि.मि. मोटाईमा काटिएको पातको डाँठ करिब ०.२ ग्राम एउटा टेष्ट ट्यूबमा राख्ने र २ मि.लि. पानी अथवा २ मि.लि. सोडियस एसिटेट (Sodium Acetate) को ५.२ पि.एच.मान भएको १०% घोल थप्ने । अनि डुपरको सहायताले २ थोपा रिएजेन्ट थप्ने । यस तरिकामा अरु तत्वहरुले प्रभाव पार्दैनन् र गर्न पनि सजिलो छ र धेरै देशहरुमा प्रयोग भैरहेको छ । यसको कमजोरी पक्ष के छ भने जब बोट सामान्य भएतापनि धमिलो (Turbidity) को मात्रा + देखि ++ हुन्छ । त्यसैले यसबाट पत्ता लगाउनु त्यति सजिलो भने छैन । प्रतिक्रिया गर्ने रसायनको घोललाई केही मिनेट राखेर नतिजालाई धैर्यसँग तुलना गरेर हेर्ने कुरा महत्वपूर्ण हुन्छ । पातको डाँठलाई स-साना टुक्रा गर्नु भन्दा अगाडि घुलो हटाउन राम्रोसँग धोएर सफा गर्नुपर्छ । त्यसैले नतिजा धेरै विश्वासनीय हुन्छ ।

## पहिचान गर्ने मापदण्ड (Standard of Diagnosis):

माटोमा रहेको घुलनशील क्याल्सियम (Cao) को स्तर निर्धारण तालिका

| Turbidity level                  |   | +                    | ++                 | +++          | ++++               | +++++            |
|----------------------------------|---|----------------------|--------------------|--------------|--------------------|------------------|
| पत्रिकामा देखिने अक्षर           |   | राम्रोसँग पढ्न सकिने | कठिनसँग पढ्न सकिने | मधुरो देखिने | धब्बा जस्तो देखिने | केही पनि नदेखिने |
| पानीद्वारा निस्सारित             | परीक्षण भोलमा पि.पि.एम.                     | १०                   | २५                 | १००          | १५०                | ३००              |
|                                  | मि.ग्रा./१०० ग्रा. सुख्खा माटो (के.जी./हे.) | ५ (५०)               | १३ (१३०)           | ५० (५००)     | ७५ (७५०)           | १५० (१५००)       |
|                                  | माटोको भोलमा पि.पि.एम.                      | १५०                  | ३७५                | १५००         | २२५०               | ४५००             |
|                                  | माटोको भोलमा मि.इ./ली                       | ५.४                  | १३.४               | ५४           | ८०                 | १६१              |
|                                  | स्तर  | उपयुक्त              |                    | बढी          | अध्याधिक           |                  |
| १% सोडियम एसिटेटद्वारा निस्सारित | परीक्षण भोलमा पि.पि.एम.                     | ५०                   | १००                | १७५          | २५०                | ४००              |
|                                  | मि.ग्रा./१०० ग्रा. सुख्खा माटो (के.जी./हे.) | २५ (२५०)             | ५० (५००)           | ८८ (८८०)     | १२५ (१२५०)         | २०० (२०००)       |
|                                  | स्तर  | कमी                  |                    |              | उपयुक्त            |                  |

सामान्यतया पानीको प्रयोग गरी माटोबाट क्याल्सियमको निस्सारण गर्न कठिन पर्दछ। साधारण माटोमा नै पनि क्याल्सियमको मात्रा + देखि ++ देखाउँछ। यदि धमिलो (Turbidity) नै देखा परेन भने माटोमा क्याल्सियमको मात्रा कम भएको अनुमान गर्न सकिन्छ तर पानीमा घुल्ने क्याल्सियमको मात्रा धेरै कम छ भने त्यत्तिबेला नतिजालाई सही निर्णय गर्न गाह्रो पर्छ। त्यसकारण पानीको प्रयोग गर्नुको सट्टा १०% को सोडियम एसिटेट (Sodium acetate, pH 5.2) को घोल प्रयोग गरी विनिमय क्याल्सियम (Exchangeable calcium) पत्ता लगाउन सल्लाह दिइन्छ। तालिकामा देखाइएको जस्तो गरी यसको पत्ता लगाउने सम्बेदनशीलता घट्दो छ तापनि यसबाट माटोमा क्याल्सियमको मात्रा कमी छ वा छैन भनी छुट्याउन सजिलो हुन्छ।

जब माटोमा नूनको मात्रा (EC) बढी हुन्छ, तब पानीको प्रयोग गर्दा पनि धमिलोपना (Turbidity) कहिलेकाँही ++++ देखि +++++ देखाउँछ। जलखेती (Hydroponics) गर्दा सामान्यतया क्याल्सियमको मात्रा ८ मि.ई./लि. हुन्छ, जसको परीक्षण पानीको प्रयोग गरी गरिएको निस्सारण घोल (Water-extract solution) को मात्रासँग तुल्य-तुल्य (मात्रा + देखि ++ देखाउँछ। यसको अर्थ पानीको प्रयोग गरी गर्दा निस्सारणको मात्रा ++++ देखि +++++ सम्म आउनेलाई धेरै नै बढी मान्न सकिन्छ। क्याल्सियम कमी भएको लक्षण धेरै कम मात्र देखा पर्दछ तर यसको मात्रा धेरै भएमा हुने क्षतीलाई समयमै सचेत गर्नु आवश्यक छ।

कहिलेकाँही पानीमा घुल्ने क्याल्सियम (Water soluble calcium) को मात्रा कम pH भएको माटोमा बढी पि.एच. भएको माटोमा भन्दा बढ्ता देखिन्छ। यसको साँचो अर्थमा के हुन्छ भन्दा खेती माटोमा भएको क्याल्सियम अभिलय अवस्थामा बढी घुलनशील हुन्छ। धेरैजसो अभिलय खेतमा नाईट्रेट-नाईट्रोजन (Nitrate-Nitrogen) को मात्रा र विद्युतीय प्रवाह ई.सी. (EC) पनि बढी हुन्छ। यी गुणहरू पनि अभिलय माटोमा पानीमा घुलनशील हुने क्याल्सियमको मात्रा बढी हुनेसँग सम्बन्धित छ।

बोटबिरुवामा क्याल्सियमको मात्रा जाँच गर्नको लागि जलखेती (Hydroponics) मा माथि भनिएको तरिकाबाट गर्न सकिन्छ तर गोलभेडामा ब्लोजोम ईन्ड रट (Blossom end rot) अथवा चाइनिज बन्दामा टुप्पा डड्कनको लागि सम्भव हुदैन। किनभने यसमा क्याल्सियम कमीको लक्षण क्याल्सियमको वितरण राम्ररी नभएको कारणले गर्दा हुन्छ। त्यसैले विरुवालाई जाँच्नु तथा परीक्षण गर्नु कुनै अर्थ हुदैन। यस्तो अवस्थामा लक्षण देखिएको भागलाई सामान्य भागसँग दाँजेर हेर्न आवश्यक हुन्छ। बोटभित्र क्याल्सियम सजिलै परिवहन हुदैन तर पानीमा घुलनशील क्याल्सियमको अनुपात विश्वासै गर्न नसकिने गरी बढी हुन्छ। ओटा चुकुवा विश्वविद्यालयले भनेका छन् कि धान बालीको बाटोको माफको पातमा करिब पुरा क्याल्सियमको ४०% पानीमा घुल्ने (Water soluble) हुन्छ र पालक (Spinach) मा करिब ६% जति पानीमा घुल्ने खालको हुन्छ र त्यो मुख्यतया पेक्टेट (Pectate) मा रहेको हुन्छ, जुन १ नर्मलको सोडियम क्लोराइड (1N sodium chloride) अथवा Sodium oxalate जसलाई ०.६ नर्मालिटीको हाईड्रोक्लोरिक एसिडद्वारा निस्सारण गर्न सकिन्छ।

## म्याग्नेसियमको कमी (Magnesium Deficiency)

### कमीको लक्षण (Deficiency Symptoms):

किसानका खेतवारीमा लगाइने तरकारी वालीमा यो खाद्यतत्व अभावको लक्षण प्रायःजसो देखिने गर्दछ। यो तत्व पनि विरुवामा बहने प्रकृति (Mobile) को भएकोले अभावको लक्षण सामान्यतया विरुवाको तल्लो भुगका पुराना पातबाट देखिन शुरू गर्दछ। लक्षणमा प्रायः गरी पातका नशा बीचको भागहरू पहिलिन र नशाहरूमा भने हरियो रंग कायमै रहने भई पातहरू जाली जस्ता देखिने गर्दछन्। नाइट्रोजन, फस्फोरस, पोट्यास जस्ता खाद्यतत्वको अभावमा विरुवाको वृद्धि-विकास तुरुन्तै रोकिने भए तापनि म्याग्नेसियमको कमीले भने विरुवाको वृद्धि-विकासमा त्यति साह्रो असर पार्दैन तर यसको अर्थ यो हैन कि उत्पादनमा यसले प्रतिकूल असर पार्दैन अर्थात् प्रतिकूल प्रभाव भने पार्ने गर्दछ।

म्याग्नेसियम कमीको लक्षण तरकारी वालीमा एकै प्रकृतिको हुने गरे तापनि वाली अनुसार केही फरकपना भने देखिने गर्दछ। जस्तो कि, कुनै तरकारी वालीमा पहिलोपना पातको टुप्पोबाट नशामा पहिलिन गरी शुरू हुने गर्दछ भने कुनैमा पहिलोपना नशाको दिशाबाट बढ्ने गर्दछ। यस्तो फरकपना वालीको प्रकारको साथै कमीको मात्रा तथा विरुवाको वृद्धि अवस्थाले गर्दा पनि हुने गर्दछ।

भुईँकाफलमा म्याग्नेसियम कमी हुँदा अनौठो प्रकारको लक्षण देखाउँदछ। पातको नशा बीचका भाग पहिलिनको साथै पातमा ठूलठूला, काला आकार नमिलेका धब्बाहरू देखिने गर्दछन्। यस्तै प्रकारको लक्षण गुलाबमा पनि देखिने गर्दछ। यस कितावको पत्तिकार भाण्टा-आलु परिवार र काँक्रा-फर्सी परिवारमा यस्तो कमीको लक्षणसँग परिचित भए तापनि भुईँकाफल र गुलाफमा भने पहिलो पटक मात्र यस्तो लक्षणसँग परिचित हुन पुग्यो। उसले प्रथम पटक यस्तो म्याग्नेसियमको कमीबाट भएको पटककै आशा गरेको थिएन। यसै परिवार अन्तर्गतकै स्याउ, नासपाती, आरु आदिमा भने म्याग्नेसियम कमी हुँदा सामान्य खालकै लक्षण (पातको नशा बीचको भाग पहिलिन) देखिने गर्दछ। त्यसैगरी अङ्गुर (Vitaceae), सुन्तला जात (Rutaceae), मकै तथा जुनेलो (Graminaeae), भटमास तथा राजमा (Leguminaceae) आदिमा पनि म्याग्नेसियम कमी हुँदा पातमा नशा बीचको भाग पहिलिन खालको नै लक्षण देखा पर्दछ। म्याग्नेसियम कमी हुँदा भुईँकाफल तथा गुलाफमा भने अनौठो खालको लक्षण देखा पर्दछ। कमीका लक्षण परिवारमा मात्र सीमित नहुने हुँदा यस सम्बन्धी अध्ययन अझ गर्नु आवश्यक देखिन्छ।

### कमी हुने कारणहरू (Causes of Deficiency):

म्याग्नेसियम कमीको लक्षण देखिनुका दुई कारणहरू हुने गर्दछन्। प्रथम कारण माटोमा म्याग्नेसियमको उपलब्ध मात्रा कम हुनु हो भने अर्को म्याग्नेसियमको मात्रा पर्याप्त भए तापनि विरुवाले लिन नसक्नु हो। प्रायःजसो जव माटोमा उपलब्ध म्याग्नेसियम (MgO) को मात्रा १० मि.ग्रा./१०० ग्रा. (सुख्खा माटो) भन्दा कम हुन्छ तब विरुवाले म्याग्नेसियम कमीका लक्षणहरू देखाउने गर्दछ। तर ज्वालामुखी निर्मित (Andosol) समूहको माटो, अम्लिय तथा नसुधारिएको माटोमा भने माथि भने जस्तो हुँदैन।

म्याग्नेसियम वाली-विरुवाको आवश्यक खाद्यतत्वको रूपमा धेरै पहिलेबाट नै जानकारी भै सकेको कुरा हो। यसको आवश्यकता पूरा गर्न डोलोमाइट पाउडर, म्याग्नेसियम फस्फेट तथा कम्पोष्ट मलको प्रयोग गर्ने गरिन्छ। यसका साथै माटोमा पाइने क्लोराइड, टाल्क (Talc), पाइरोक्सिन, कालो अभ्रख तथा सपेन्टिनाइट आदि खनिजहरूबाट पनि प्रशस्त म्याग्नेसियम उपलब्ध हुन्छ र यी खनिजहरू म्याग्नेसियमको प्राकृतिक स्रोतहरू हुन्।

धेरै कम मात्रामा रहेको म्याग्नेसियम (अर्थात् ०.२ मि.ई./ली.) ले पनि तरकारी वालीको आवश्यकता पूरा गर्ने भएकोले म्याग्नेसियम कमीको अवस्था बिरलै हुने गर्दछ। परिक्षणको लागि म्याग्नेसियम कम को अवस्था सृजना गर्न खासगरी धाराको पानी प्रयोग गरिएको जलखेतीमा निकै गाह्रो हुन्छ। तर धाराको पानीको सट्टा डिस्टिल वाटर प्रयोगबाट भने यसो गर्न सजिलै सकिन्छ। यस प्रकार डिस्टिल वाटर प्रयोगद्वारा सृजित म्याग्नेसियम कमीमा पहिलो लक्षण सबभन्दा पुरानो पात (सबभन्दा तलको) मा देखिन्छ। त्यसपछि दोश्रो पुरानो पातमा, त्यसपछि तेस्रोमा गरी बढ्दै जान्छ। यसरी पहिले हरित कण हिनता हुन्छ र पछि नेक्रोसिस भई मर्ने गर्दछ।



१, (२) भन्दाकोवीमा म्याग्नेसियम कमीको लक्षण: म्याग्नेसियम नराखिएको Hydroponic-Culture मा देखा परेको लक्षण। (१) रोपिएको २१ दिन पछिको अवस्था, जसमा बाहिरका पातका नशा बीचको भागको रंग केही फिकका भएको देख्न सकिन्छ। (२) बिच १ भन्दा २१ दिन पछिको अवस्था जसमा पातको नशा बीचका भाग पहिलिनै कम बढ्दै गई जाली जस्तो अवस्था देखिन्छ।

तर किसानको फिल्डमा भने माथि भने जस्तो क्रमशः तलका पातबाट लक्षण नदेखिने पनि हुन सक्छ। खासगरी गोलभेंडा, तरबुजा, खरबुजा तथा अंगुर आदिमा बीचका पातहरु विशेष गरी फल लाग्ने स्थानको नजिकका पातहरुको नशा बीचको भाग पहेलिने गर्दछ। यसो हुनाको खास कारण फल लाग्ने तथा बढ्ने बेलामा म्याग्नेसियम बढी मात्रामा आवश्यक हुने र सोको आपूर्ति नजिकको स्थानमा रहेको मात्राबाट पूर्ति हुने हुनाले हो। तर फल बढ्ने समय भए तापनि त्यसको लागि आवश्यक तापक्रम नभएको अवस्थामा भने माथि उल्लेख गरेको जस्तो नहुन पनि सक्दछ। उपयुक्त तापक्रम नहुँदा आवश्यक म्याग्नेसियमको मात्रा खपत हुँदैन। तसर्थ फल नजिकका पातबाट यसको पूर्ति पनि हुँदैन। यस्तो अवस्थामा भने म्याग्नेसियम कमीको लक्षण देखिँदा सबभन्दा तलको पातबाट शुरु हुने गर्दछ। यसको मतलब यो हो कि म्याग्नेसियमको कमीको लक्षण देखिन बिरुवाको माग र माटोको आपूर्तिमा भर पर्दछ।

धाराको पानी प्रयोग गरिएको जलखेतीमा म्याग्नेसियमको थप मात्रा प्रयोग नगरे तापनि साधारणतया म्याग्नेसियम कमीको लक्षण देखा पर्दैन। तर नाइट्रोजन अथवा पोटासियमको मात्रा आवश्यकता भन्दा बढी भएको खण्डमा म्याग्नेसियमको उपलब्धतामा प्रतिकूल प्रभाव पर्ने हुँदा म्याग्नेसियम कमीको लक्षण देखा पर्ने गर्दछ। यस बाहेक नाइट्रोजन तथा पोटासियमको अधिक प्रयोगबाट बिरुवाको वानस्पतिक वृद्धि अधिक हुन जान्छ। सोही अनुरूप म्याग्नेसियम पनि बढी मात्रामा आवश्यक हुन जान्छ। सोको अभाव हुन जान्छ। ताकेई र आरीसाका (Aichi prefecture) का अनुसार गोलभेंडालाई जलखेती गर्दा आवश्यक म्याग्नेसियमको मात्रा ४ मि.ई./ली. भए तापनि यसको दुई गुणा अर्थात् ८ मि.ई./ली. गर्दा कमीको लक्षण नदेखिए तापनि उत्पादन भने घट्ने गर्दछ। यस्तै अनुभव जलखेती गरी गोलभेंडा खेती गर्ने किसानहरुको पनि छ। उनीहरुका अनुसार तलको पातमा मात्र म्याग्नेसियम कमीको लक्षण देखा पर्ने बिरुवाको उत्पादन राम्रो हुन्छ।

जलखेतीमा गरिने प्रयोग/परीक्षणहरुमा अन्य तत्वहरुको बढी मात्रामा प्रयोग हुँदा म्याग्नेसियम कमीको लक्षण देखिने गरेको नतिजा पाइने गरेको छ। तर फिल्डमा भने म्याग्नेसियम कमीको लक्षणहरु एक नाशमा नदेखिई ठाउँ-ठाउँमा मात्र देखिने गर्दछ। यसरी ठाउँ-ठाउँमा मात्र देखा पर्ने लक्षण अन्य तत्व बढी प्रयोग भई देखा परेको भन्न सकिन्न। यसको कारण असर ग्रस्त क्षेत्रका बिरुवाका जराहरुमा नोक्सानी हुन गई खाद्यतत्व शोषण गर्न नसकेको हुन सक्दछ। यसका साथै धेरै फल लाग्नाले पनि कमीको लक्षण बढी देखा पर्ने गर्दछ।

### मिल्दा जुल्दा लक्षणहरु (Similar Symptoms):

म्याग्नेसियम कमीको लक्षण र पोटासियम कमीको लक्षण दुवै मिल्दा जुल्दा हुन्छन्। दुवैमा तलको पातबाट पहेलिन शुरु हुने गर्दछ। खासगरी टुप्पोबाट पहेलिन शुरु हुँदाखेरी पहिचान गर्न अप्ठ्यारो हुने गर्दछ। पातमा अन्तर नशिय पहेलोपना हुनु प्रष्ट रूपमा पोटासको नभै म्याग्नेसियम कमीको लक्षण हो।

एउटा पात देखा पर्ने लक्षणबाट मात्र क्याल्सियम र म्याग्नेसियम कमीको लक्षण छुट्टयाउन नसकिने हुन सक्दछ। क्याल्सियम कमी हुँदा टुप्पाको एउटा पात मर्ने र त्यस भन्दा तलको पात म्याग्नेसियम कमीमा जस्तै हरितकण हिनता हुने लक्षण देखा पर्दछ। बन्दामा यस प्रकारको दुवै लक्षण देखा पर्ने हुँदा छुट्टयाउन कठिन हुने गर्दछ।

काँक्रोमा भाइरसबाट (हरित घरमा सेतो फिगाको कारणबाट) हुने पात पहेलिने रोगको अन्तिम अवस्था पनि म्याग्नेसियम कमीको लक्षणसँग मिल्ने खालको हुन्छ। तर भाइरस लागेको पात केही दुरो खालको भई पछिल्लिर बटारिने हुँदा छुट्टयाउन सकिन्छ।

माकुरे सुलसुलेले पातमा गर्ने नोक्सानी पनि केही हदसम्म म्याग्नेसियम कमीको लक्षणसँग मिल्ने हुन्छ। पहेलिएको ठाउँ खसो हुने तथा पातको पछिल्लिर सुलसुलेहरु देखिइने हुँदा छुट्टयाउन त्यति गाह्रो हुँदैन। माकुरे सुलसुलेका तीन प्रजातीहरु दुई थोप्ने। माकुरे सुलसुले, गाढा रातो रंगको माकुरे सुलसुले तथा कान्जावा माकुरे सुलसुलेले तरकारी बालीमा परजीविको रूपमा नोक्सानी गर्ने गर्दछन्। यी तीनै Tetranychus जातिका हुन् र रङ्गको आधारमा छुट्टयाउन सकिन्छन्। दुई थोप्ने माकुरे सुलसुले केही निलो रङ्गको हुन्छ भने अन्य दुई रातो रङ्गका हुन्छन्। यी दुईलाई शुष्मदर्शक यन्त्र (२०-३० गुणा ठूलो पार्ने) को मदतबाट छुट्टयाउन सकिन्छ।

सामान्यतया गाढा रातो रंगका सुलसुलेले भाण्टालाई बढी नोक्सानी पुऱ्याउँदछ भने कान्जावा माकुरे सुलसुलेले ल्वांग फूललाई नोक्सानी पुऱ्याउने गर्दछ। त्यसैगरी गाढा रातो रंगको माकुरे सुलसुले विशेष गरी हरित घरभित्र बढी देखिने र कान्जावा माकुरे सुलसुले हरित घरबाहिर बढी देखिने गरिए तापनि यसैका आधारमा फिटान गर्न भने सकिँदैन।

निलो रङ्गको दुई थोप्ने माकुरे सुलसुलेले मृगौले सिमी तथा भटमासको पातमा सेतो रङ्गको खोसिएको थोप्लाहरु बनाउने गर्दछ भने रातो रङ्गका सुलसुलेले भने रातो रङ्गकै खोसिएको थोप्लाहरु बनाउने गर्दछ। भाण्टामा भने रातो रङ्गको सुलसुलेले नशामा खैरा थोप्ला बनाउने गर्दछ।

साधारणतया सुलसुलेले पातमा पुऱ्याउने नोक्सानी तलका पातबाट शुरु भई क्रमशः माथिका पाततिर बढ्ने गर्दछ। सुलसुलेका पखेटा नहुने र यो विस्तारै हिँड्दै नोक्सानी गर्ने हुँदा यसो हुने गरेको हो। माकुरे सुलसुलेले पातको पछाडि पट्टि आश्रय लिई परजीविको रूपमा पातको रस चुस्ने गर्दछन्। शुरु-शुरुमा यसको संख्या कम हुँदा पातमा सेता थोप्लाको रूपमा लक्षण देखा पर्ने गर्दछ। तर यसको संख्या बढ्दै जाँदा पात पहेलिने लक्षण देखिन्छ। जून म्याग्नेसियम कमीको लक्षण जस्तै खालको हुन्छ।

सुलसुलेको प्रजनन दर ज्यादै छिटो दरमा हुने गर्दछ। यसलाई बिभिन्न कारणहरुले सघाइरहेका पनि हुन्छन्। खेतीमा प्रयोग गरिने कीटनाशक विषादीले यसका प्राकृतिक शत्रुहरु (स्त्री जातको खपटे, गन्हाउने पतेरो, दुंग्रे (Gall midge, सिकारी सुलसुले) लाई मार्ने गर्दछ। त्यसैगरी सुलसुले धपाउने विषादी प्रयोगले पनि यसलाई छरिएर बस्न सघाउने गर्दछ। हरित घरभित्र त यसको वृद्धिको लागि उपयुक्त तापक्रम मिल्न जान्छ।



## हरितकणको खण्डिकरण (Breakdown of Chlorophyll):

म्याग्नेसियम विभिन्न इन्जाइमहरूको उत्प्रेरकको रूपमा प्रोटीन संरचनाका साथै राईबोजमको संरचनाको लागि अति आवश्यक पदार्थ। विरुवामा करीव १०% म्याग्नेसियम अल्कोहलमा घुलनशील खालको हुन्छ जसको प्रमुख हिस्सा भनेको हरितकणमा रहने म्याग्नेसियम हो। बाँकि म्याग्नेसियम अजैविक (Inorganic) रूपमा रहेको हुन्छ। करीव १०% को मात्रामा हरितकणको संरचनामा म्याग्नेसियम रहने गरे तापनि म्याग्नेसियम अभावको लक्षणमा विरुवा पहेलिने हुँदा हरितकण खण्डिकरण सम्बन्धमा थाहा हुन अति जरूरी हुन्छ।

### ● हरितकणको चक्र (Turn over of Chlorophyll):

हरितकणको प्रमुख अंग अर्थात् Porphyrin संरचनाको केन्द्रमा म्याग्नेसियम रहेको हुन्छ। म्याग्नेसियम कमी हुँदा हरितकण खण्डिकरण भई निस्कने म्याग्नेसियम पुनः हरितकण बन्नको लागि प्रयोगमा आउँदछन्। तर फलामको कमी हुँदा भने हरितकण नै नवन्ने



हुँदा फलाम अभाव भएको विरुवामा लक्षण देखिदा शुरुवात नै विरुवा पहेलिने गरेको पाइन्छ। सामान्य अवस्थाको पातमा पनि हरितकण निर्माण र खण्डिकरण हुने एक सामान्य प्रकृया हो।  $C^{14}$ ,  $N^{15}$  र  $Mg^{25}$  समस्थानीय (Isotope) परीक्षण प्रयोगद्वारा सुनिता गरिएको परिक्षणमा करीव ५-१०% हरितकण २४ घण्टा अवधिमा खण्डिकरण भई नयाँ बन्ने गरेको पाइएको थियो। तर नाईट्रोजन तथा म्याग्नेसियम अभाव भएको अवस्थामा भने खण्डिकरण दर यो भन्दा बढी भई पात पहेलिने गर्दछ।

नाईट्रोजन तथा म्याग्नेसियम कमी हुँदा क्लोरोप्लाष्ट (Chloroplast) मा स्टार्च बढी मात्रामा जम्मा हुन जाने र फलस्वरूप पातलो तह अथवा धार (Lamella) को वृद्धिमा बाधा उत्पन्न हुने गर्दछ। यो सजिलैसँग स्वीकार्न सकिन्छ कि उच्च कार्बन नाईट्रोजन अनुपात जो नाईट्रोजन कमीमा हुने गर्दछ, त्यो माइ एकत्रित हुनसँग सम्बन्धित छ भने यस्तै प्रकारको कृयाकलाप म्याग्नेसियम कमीमा पनि देखिन्छ।

### ● Chlorophyllase इन्जाइमका कारण हरितकण खण्डिकरण:

क्लोरोफाइलेज इन्जाइमले हरितकणलाई खण्डिकरण गर्ने गर्दछ र यस इन्जाइमलाई ईथिलिन (Ethylene) ले उत्प्रेरण गर्ने गर्दछ। Ethylene को प्रयोगबाट काँचो (हरियो) केरा पकाउने प्रविधि यसैको उदाहरण हो। यसैगरी फल पाकिसक्दा पनि बोक्रा हरियो नै रहने सुन्तला जातको फलको बोक्राको रङ परिवर्तन गर्न पनि Ethylene को प्रयोग गर्ने गरिन्छ। सिमोकावा (मियाजाकी विश्वविद्यालय) ले शुष्मदर्शक यन्त्र (Electron Microscope) को प्रयोगद्वारा क्लोरोप्लाष्टमा गरेको अध्ययन अनुसार ईथिलिन (Ethylene) प्रयोगबाट पहिलो बनाइएको सुन्तलाको बोक्राको क्लोरोप्लाष्टहरू साना आकारका हुने र धार (Lamella) हरू टुक्रिएका पाइएको थियो। प्राकृतिक रूपमै पाकेको सुन्तलाको बोक्राको क्लोरोप्लाष्टमा भने र धार Lamella हरू त्यस्तो नभई राम्रो अवस्थामै रहने गरेको पाइएको थियो।

### ● प्रकाशका कारण हरितकण खण्डिकरण (Breakdown of Chlorophyll by light):

जसरी हरितकण बन्नको लागि प्रकाशले सहयोग गर्ने गर्दछ, त्यसरी नै यसको खण्डिकरण कार्यलाई पनि प्रकाशले बढाउने गर्दछ। नाईट्रोजनको पाठमा वर्णन गरिएको छ कि, नाईट्राइट ग्याँसबाट पातमा पर्ने असरलाई कडा प्रकाशले बढाउन मद्दत गर्दछ। त्यसैगरी पर्याप्त प्रकाश भएको अवस्थामा फस्फोरस अभावयुक्त धानको (नर्सरी अवस्था) पातको टुप्पा मर्ने गर्दछ। यी उदाहरणहरूसँग सम्बन्धित रङ्गीन चित्रहरू सम्बन्धित पाठमा समावेश छ। यी सम्पूर्ण अवस्थामा हरितकण खण्डिकरणमा प्रकाशले बढाउन मद्दत गर्ने गर्दछ।

Asada (Kyoto Univ.) ले प्रकाशले कसरी हरितकण खण्डिकरण गर्दछ भन्ने कुरा परीक्षण गरी प्रष्ट पारेका छन्। उनको परीक्षण प्रतिवेदन अनुसार जब हरितकणमा प्रकाश पर्दछ, तब हरितकण उत्तेजित हुन्छ र त्यसबाट इनर्जी (शक्ति) प्रवाहित हुन्छ, जुन सामान्य अवस्थामा आणविक प्राणवायु (Molecular Oxygen ( $O_2$ )) मा मिल्ने गर्दछ। तर, Sulfite ion ( $SO_3^{2-}$ ) भएका खण्डमा हरितकणबाट प्रवाहित इनर्जी सल्फाइड आयनमा मिसिन जान्छ र यस प्रतिक्रियाबाट Super-Oxide radical ( $O_2^-$ ) उत्पन्न हुन जान्छ। यहि Radical ले नै हरितकणको खण्डिकरण गर्ने गर्दछ।

### रोकथामका उपायहरू

(Measures to meet Deficiency):

माटोमा प्राप्य विनिमययोग्य म्याग्नेसियमको मात्रा १० मि.ग्रा. १०० ग्रा. माटो भन्दा कम भएको खण्डमा ८००-१००० के.जी./हे. का दरले म्याग्नेसियमयुक्त कृषि चून (डोलोमाइटिक चून) प्रयोग गर्नु उपयुक्त हुन्छ। यस बाहेक माटोमा उपलब्ध म्याग्नेसियमको मात्रा हेरी म्याग्नेसियम सल्फेट पनि प्रयोग गर्न सकिन्छ।

यदि माटोमा पर्याप्त म्याग्नेसियम हुँदा हुँदै पनि अभावको लक्षण देखा परेको खण्डमा भने १-२% को म्याग्नेसियम सल्फेटयुक्त भोल वनाई एक हप्ताको फरकमा ३ देखि ५ पटकसम्म पातमा छर्कनु राम्रो हुन्छ। यसको सट्टा १०% को म्याग्नेसियम सल्फेटको भोल एक-दुई पटक पातमा छर्कन सकिन्छ। यसरी पातमा छर्कने म्याग्नेसियमले यसको कमीलाई पूर्ति गर्नुका साथै जराबाट फस्फोरस शोषण प्रकृतिलाई पनि बढाउने गर्दछ। यस तथ्यलाई Okuda (Kyoto Univ.) ले रेडियोधर्मसमस्थानीय (Radioactive isotope) परिक्षणबाट प्रमाणित गरेका छन्।

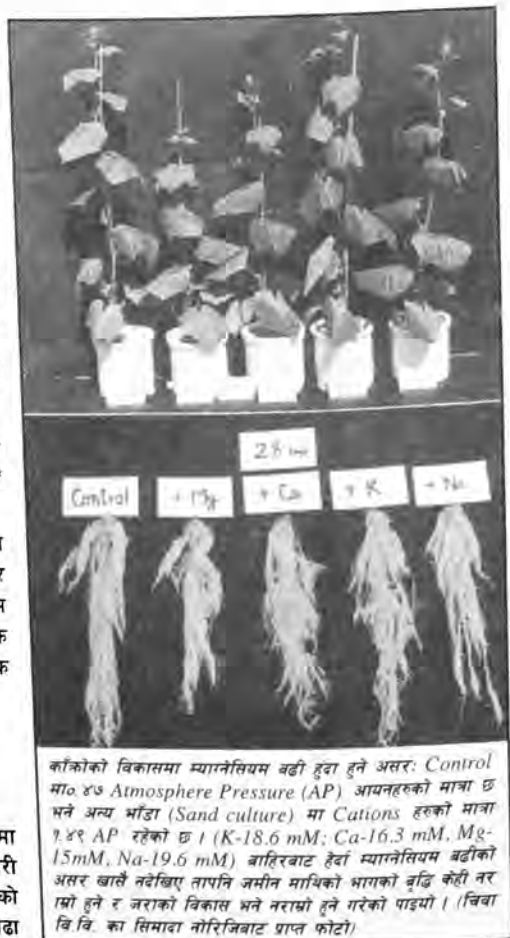
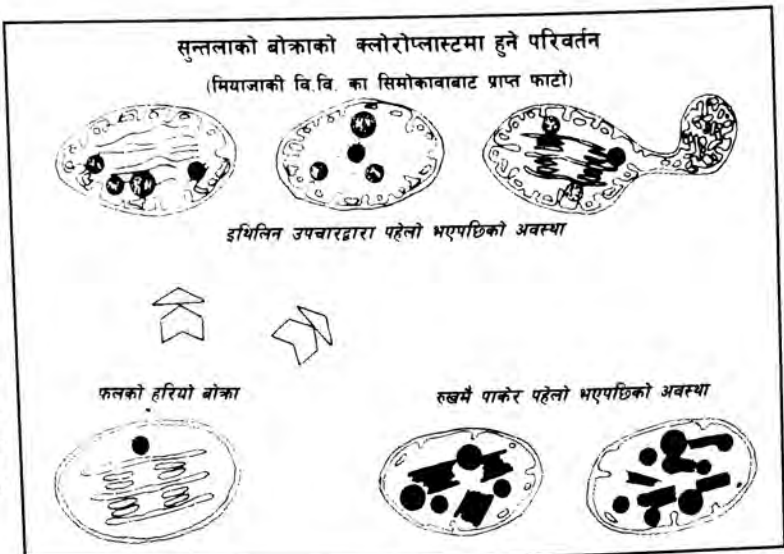
म्याग्नेसियम चिनीको चयनपचयनसंग सम्बन्धित छ। खासगरी फस्फोरसले यसको परिचालन गर्दछ। त्यसोहुँदा म्याग्नेसियम पातमा छर्कदा आशातित कामहरू हुन्छन्।

यस किताबका पक्तीकारले गोलभेंडा र भाण्टामा हरितकणको तहको नाप लिनु भएको छ। म्याग्नेसियमको तह अलि कम थियो र म्याग्नेसियम पातमा छर्कदा राम्रो भयो। उहाँले ती नमुनाहरूको म्याग्नेसियम कमीको लक्षणलाई जाँच्नुभएको छ। अतः यस्मा म्याग्नेसियम कमी सहायक (Secondary) हुन सक्दछ र म्याग्नेसियम छर्केर सुधार पाउनु पनि सहायक नै हुन सक्दछ।

### म्याग्नेसियम बढी (Magnesium Excess):

#### बढीको लक्षण (Excess Symptoms):

३० मि.ई./लि. म्याग्नेसियमयुक्त भोल प्रयोग गरी बालुबामा काँक्रो हुकाँउंदा काँक्रोको बृद्धि तथा विकास अत्यन्त नराम्रो भएको, खासगरी जराको विकास नराम्रो भएको पाइयो। सामान्य अवस्थामा हुकाँइएको काँक्रोको तुलनामा पातमा त्यति भिन्नता नपाइए तापनि पातहरू साना आकारका र गाढा रङ्गका हुने गरेको पाइयो।





शिमादा (चिबा वि.वि.) ले म्याग्नेसियम अधिक हुँदा देखिने लक्षणहरू विस्तृत रूपमा अध्ययन गर्नु भएको छ ।

माटोमा अत्यधिक म्याग्नेसियम (३८० पि.पि.एम.) राखी गरिएको गमला खेतीमा भाण्टाको तलका पातहरू थाल आकारका हुने र पातको बीच भागमा केही मात्रामा अन्तरनशीय पहेलोपना हुने त्यसपछि पात खैरो रङ्गमा परिणत भई मर्ने गरेको पाइयो । ओकादाले संतुलन परीक्षण गर्दा (तोकुशिमा प्रिफेक्चर), पालुङ्गोमा म्याग्नेसियम बढी हुँदा (अन्य तत्व सन्तुलित मात्रामा भए तापनि) बिरुवा बढ्दैनन् । यसलाई म्याग्नेसियम अधिकको लक्षणमा लिइएको छ । (यसलाई क्याल्सियमको रंगिन पाठमा देखाइएको छ) ।

म्याग्नेसियम बढी मात्रामा हुँदा यसले पोटासियम तथा क्याल्सियमको उपलब्धतालाई घटाउने गर्दछ भन्ने गरिए तापनि Shimada (Chiba Univ.) का अनुसार म्याग्नेसियमले प्रत्यक्ष रूपमा यस्तो काम गर्दैन । अप्रत्यक्ष रूपमा म्याग्नेसियमले बिरुवाको जराको कृयाकलापमा नकारात्मक असर पार्ने गर्दछ, जसले गर्दा विभिन्न खाद्यतत्व शोषण गर्न सक्ने क्षमता घट्न जान्छ । म्याग्नेसियम कमी हुँदा जराका कोषमा रहने माइटोकोन्ड्रियाको राम्रो विकास हुँदैन र जरा अस्वस्थ हुने गर्दछ ।

### बढी हुने कारणहरू (Causes of Excess):

हरित घर मा तरकारी खेती गर्दा वर्षादका कारण खाद्यतत्व चुहिएर खेर जाने सम्भावना न्यून हुने गर्दछ । यस्तो अवस्थामा प्रशस्त मात्रामा मलखाद प्रयोग गर्दा खाद्यतत्वको मात्रा बढी हुन गई तरकारी बालीलाई हानी पुग्न सक्दछ । हरित घर मा यस प्रकारको समस्या खासगरी नाईट्रेट बढी भई हुने गर्दछ । नाईट्रेट पछि, म्याग्नेसियम दोश्रो सम्भाव्य खाद्यतत्व हो, जसको मात्रा बढी भई हरित घरमा तरकारी बालीलाई नोक्सानी पुग्ने गर्दछ ।

माटोमा म्याग्नेसियमको धेरै मात्रा पानीको भोलमा स्वतन्त्र रूपले घुलिएर रहेका हुन्छन् । यो तत्व (म्याग्नेसियम) पोटासियम जस्तो धेरै मात्रामा माटोका कणहरूमा अवशोषित (Adsorbed) भएर बस्दैनन् । यसरी माटोमा अवशोषित नभै स्वतन्त्र रूपले घुलिएर रहने प्रकृतिका कारण म्याग्नेसियमको मात्रा बढी हुना साथ यस्को लक्षण देखा पर्ने सम्भावना अत्यधिक हुन्छ । तर अत्याधिकको लक्षण आफैमा सफासँग देखाउँदैन । त्यसो हुँदा केही बिचारीणीय म्याग्नेसियमको मात्रा प्रयोग गर्नु पर्दछ ।

### मिल्दा-जुल्दा लक्षणहरू (Similar Symptoms):

भाण्टामा म्याग्नेसियम बढी हुँदा देखिने लक्षण बोरोन तत्व बढी हुँदा देखिने लक्षणसँग मिल्ने हुन्छ । दुवै तत्व बढी हुँदा सबभन्दा पहिले तलको पातमा लक्षण देखिने गर्दछ । सुरु अवस्थामा नशा बीचको भागमा हल्का पहेलो धब्बा देखिनबाट सुरु भई अन्तिममा धब्बा खैरा रङ्गमा परिणत हुन्छ । बोरोन बढी हुँदा देखिने लक्षणमा भने खैरो धब्बाहरू तुलनात्मक रूपमा बढी मात्रामा देखिने र पातका किनारा मर्ने हुँदा छुट्टयाउन सकिन्छ ।

### रोकथामका उपायहरू (Measures to meet excess):

प्रमुख उपाय त माटोको परीक्षण गरी माटोमा कति मात्रामा म्याग्नेसियम रहेको छ सोको जानकारी लिनु नै हो, किनकी म्याग्नेसियम कमीका लक्षण विरलै देखिन्छन् । यदि माटो परीक्षण नतिजाबाट म्याग्नेसियम बढी मात्रामा रहेको थाहा भएमा सोही अनुरूप म्याग्नेसियमयुक्त मलखादहरूको मात्रा घटाउनु राम्रो हुन्छ । पोटासियम तथा क्याल्सियम बढी मात्रामा प्रयोग हुँदा म्याग्नेसियमको उपलब्धतामा नकारात्मक असर पर्ने हुँदा यी खाद्यतत्वहरू समुचित मात्रामा मात्र प्रयोग गर्नु पर्दछ ।

जब, हरित घर मा लगाइएको बालीमा म्याग्नेसियम बढीको लक्षण देखिन थाल्छ, तब यस्को रोकथामको लागि तुरुन्त पहल गर्नु पर्दछ । यस्का लागि प्लाष्टिक कभर हटाई, वर्षादको पानी अथवा सिंचाई गरी बढी भएको म्याग्नेसियम चुहाएर नोक्सान गराउन उपयुक्त हुन्छ । केही दिनसम्म पानी जम्मा गरी राख्न सके राम्रो हुन्छ । बाली चक्रमा जुनेलो समावेश गर्न सके यसले राम्रो नतिजा दिन्छ र हरित घरमा माटोको अवस्था सुधार गर्दछ ।

### म्याग्नेसियम जाँच गर्ने सरल तरिका (Easy test for Magnesium):

#### आवश्यक रिएजेन्ट (Necessary Reagent):

यसका लागि दुई किसिमका रिएजेन्टहरू बनाउनु पर्दछ । पहिलो ०.१% को Titan yellow को भोल हो जुन चिसो र अँध्यारो ठाउँमा राख्न सके लामो समयसम्म प्रयोगमा ल्याउन सकिन्छ । अर्को, ०.५ N सोडियम हाइड्रोक्साइड भोल हो जसलाई सामान्य अवस्थामै राखेर पनि लामो समयसम्म प्रयोग गर्न सकिन्छ । १० ग्राम सोडियम हाइड्रोक्साइडलाई डिस्टिल पानी मा घोली १०० मि.ली. आयतन बनाउँदा यो तयार हुन्छ ।

निस्सारण भोलको रूपमा १०% सोडियम एसिटेट (पि.एच. ५.२) को भोल प्रयोग गर्नु पर्दछ । १०० ग्राम सोडियम एसिटेट ( $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) लाई डिस्टिल पानीमा घोली १ ली. आयतन बनाउँदा उक्त भोल तयार हुन्छ । पि.एच. सन्तुलन एसिटिक एसिड थपेर गर्नु पर्दछ । यसरी बनाइएको भोलको संतृप्तता ०.७३ ग्राम मोलिकुल/ली. हुन्छ । तर यदि सुष्का (Anhydrous) सोडियम एसिटेट भूलबस प्रयोग भएको खण्डमा उक्त भोलको संतृप्तता परिवर्तन भई १.२ ग्राम मोलिकुल/ली. हुन पुग्दछ ।

## जाँच गर्ने तरिका (How to test):

पानी अथवा १०% सोडियम एसिटेट (पि.एच.५.२) प्रयोग गरी भिजेको माटोबाट म्याग्नेसियम निस्सारण गर्ने। निस्सारण विधि क्याल्सियममा जस्तै हो। यसप्रकारबाट निस्सारण गरिएको २ मि.ली. निस्सारीत भोललाई सफा टेष्ट ट्यूबमा राख्ने। त्यसपछि सोही टेष्टट्यूबमा २ थोपा रिऐजेण्ट नं. १ राख्ने र १० थोपा (करीब ०.५ मि.ली.) रिऐजेण्ट नं. २ राख्ने। त्यसपछि राम्रोसँग हल्लाई सकेपछि ५ मिनेट रहन दिने र रंगिन चित्रयुक्त पृष्ठमा प्रस्तुत रंगिन तालीकासँग तुलना गर्ने। +++++ समूहमा पर्ने खण्डमा, टेष्टट्यूब भित्रको घोलको रङ्ग केही सेकेण्ड भित्रमै तालीकामा जस्तै रातो रङ्गमा परिणत हुने गर्दछ। म्याग्नेसियम अक्साइड र टिटान पहेंलो (Titan yellow) बीच प्रतिक्रिया भई यस्तो रङ्गको विकास हुन्छ। +++++ समूहमा पर्ने खण्डमा भने टेष्टट्यूब भित्रको रङ्ग रातो (तालीकामा जस्तो) हुन १-२ मिनेट लाग्ने गर्दछ।

निस्सारण भोलको रूपमा १०% सोडियम एसिटेट (पि.एच. ५.२) प्रयोग गर्दा पानी प्रयोग गरेको भन्दा बढी मात्रामा म्याग्नेसियमको निस्सारण हुने हुँदा स्तर निर्धारण गर्न छुट्टै मापदण्ड प्रयोग गरिन्छ। यो परीक्षण गर्दा रिऐजेण्ट नं. १ टिटान पहेंलो (Titan yellow) को प्रयोगमा विशेष ध्यान दिन जरुरी हुन्छ। यस्को मात्रा बढी अथवा घटी भएको खण्डमा नतिजा गलत आउने गर्दछ। रिऐजेण्ट नं. २ को प्रयोग परीक्षण घोलको पि.एच. बढाएर १२ भन्दा माथि पुर्‍याउन प्रयोग गरिने हुँदा यस्को प्रयोग भनिएको मात्रा भन्दा कम गर्नु हुदैन।

यो परीक्षण विधि म्याग्नेसियम परीक्षणको मान्यता प्राप्त परीक्षण विधि हो र यहि विधिबाट बिरुवाको तन्तुमा रहेको म्याग्नेसियमको मात्रा परीक्षण गर्न सकिन्छ। बिरुवाको तन्तुको परीक्षणका लागि निस्सारण भोलको रूपमा पानीको प्रयोग गर्नु पर्दछ।

## पहिचान गर्ने मापदण्ड (Standard for diagnosis):

सरल परीक्षणमा आधारित म्याग्नेसियम (MgO) को स्तर निर्धारण तालिका

| रंग सघनता (Colour Intensity) |                                | +       | ++    | +++      | ++++ | +++++    |
|------------------------------|--------------------------------|---------|-------|----------|------|----------|
| पानीबाट निस्सारित            | परीक्षण भोलमा पि.पि.एम.        | २.५     | ५     | १०       | २०   | ५०       |
|                              | मि.ग्रा./१०० ग्रा. सुख्खा माटो | १.३     | २.५   | ५        | १०   | २५       |
|                              | के.जी./हे.                     | १३      | २५    | ५०       | १००  | २५०      |
|                              | माटोको भोलमा पि.पि.एम.         | ३८      | ७५    | १५०      | ३००  | ७५०      |
|                              | माटोको भोलमा मि.ई./ली.         | १.९     | ३.७   | ७.४      | १५   | ३७       |
|                              | नतिजा वर्गीकरण                 | केही कम | ठिक्क | केही बढी | बढी  | धेरै बढी |
| सोडियम एसिटेटबाट निस्सारित   | परीक्षण भोलमा पि.पि.एम.        | २.५     | ५     | १०       | २०   | ५०       |
|                              | मि.ग्रा./१०० ग्रा. सुख्खा माटो | १.३     | २.५   | ५        | १०   | २५       |
|                              | के.जी./हे.                     | १३      | २५    | ५०       | १००  | २५०      |
|                              | माटोको भोलमा पि.पि.एम.         | ३८      | ७५    | १५०      | ३००  | ७५०      |
|                              | माटोको भोलमा मि.ई./ली.         | १.९     | ३.७   | ७.४      | १५   | ३७       |
|                              | नतिजा वर्गीकरण                 | धेरै कम |       |          | कम   | ठिक्क    |

म्याग्नेसियमको मात्रा कम भएको स्थानको माटो परीक्षण गर्दा पानीलाई निस्सारण भोलको रूपमा प्रयोग गर्दा राम्रो नतिजा आउँदैन। पानीले कमै मात्रामा म्याग्नेसियम निस्सारण गर्ने हुँदा यस प्रकारको माटो परीक्षण गर्दा रंग सघनताको समूह + भन्दा पनि तल देखाउने सम्भावना रहन्छ। यदि यस्तो समस्या आएको खण्डमा सो माटोलाई १०% सोडियम एसिटेट (पि.एच. ५.२) द्वारा निस्सारण गरी परीक्षण गर्नु पर्दछ। यस परीक्षणमा रंग सघनताको समूह +++++ वा सोभन्दा तल देखाएमा (अर्थात् १०० के.जी./हे.) म्याग्नेसियम अभाव रहेको नतिजा वर्गीकरण गर्न सकिन्छ।

आलु-भाण्टा परिवार (Solanaceae) तथा काँक्रो-फर्सी परिवार (Cucurbitaceae) का तरकारी बालीहरुमा म्याग्नेसियम कमी छ, छैन भनि परीक्षण गर्न पातको डाँठ (Petiole) को परीक्षण गर्न सकिन्छ। यस प्रकारबाट बिरुवाको तन्तु परीक्षण विधि अपनाउदा निस्सारण भोलको रूपमा १०% साडियम एसिटेट (पि.एच. ५.२) बढी प्रभावकारी हुन्छ। तरकारी बालीमा अत्यधिक नाइट्रोजन अथवा पोटासियम प्रयोगका कारण तथा जरामा खराबी उत्पन्न भएर पनि म्याग्नेसियम शोषण गर्न नसकी, यस्को अभाव भएको हुन सक्छ। तसर्थ, तन्तु परीक्षणबाट नतिजा "कम" आए तापनि माटो परीक्षण गर्दा "अधिक" आउन सक्छ।

## फलामको कमी (Iron Deficiency):

### कमीको लक्षणहरू (Deficiency Symptoms):

फलाम त्यस्तो खाद्यतत्व हो जो विरुवामा पुनः प्रयोगमा आउँदैन। तसर्थ, कुनै कारणवस जरावाट फलामको शोषण घट्न गयो भने नयाँ पातमा तुरुन्तै फलाम अभावका लक्षणहरू देखा पर्न थाल्दछ। भाण्टामा फलाम कमीको लक्षण, पातको सम्पूर्ण भाग (नशा सहित) हल्का पहेँलो रङ्गमा परिणत भै देखा पर्दछ। एकै परिवार (आलु-भाण्टा परिवार) मा पर्ने भए तापनि गोलभेंडामा फलाम कमीको लक्षण भाण्टामा भन्दा केही भिन्न रूपमा देखा पर्ने गर्दछ। गोलभेंडामा फलाम कमी हुँदा पात पहेँलने भए तापनि नशामा भने हरियो कायमै रहने हुँदा पान जाली जस्तो बुझायुक्त देखिने हुन्छ। काँक्रो-फर्सी (Cucurbitaceae) परिवारमा पर्ने काँक्रो, तरबुजा आदिमा फलाम कमी हुँदा नयाँ पात पूर्ण रूपले पहेँलने तथा कमीको अवस्था बढ्दै जाँदा पातका किनारावाट सेतो हुँदै जाने र पात मर्ने गर्दछ।

फलाम जस्तै नयाँ पातमा कमीका लक्षणहरू देखाउने क्याल्सियम तथा बोरान तत्व कमी हुँदा विरुवाको वृद्धि रोकिने हुन्छ तर फलाम कमी हुँदा भने विरुवाको वृद्धिदर केही घट्ने भए तापनि पूर्ण रूपले रोकिने भने हुँदैन।

### ● फलामको कामहरू:

हेमी (Heme), एक जटिल प्रकृतिको लवण हो जस्को संरचना प्रोफाइरिन (Porphyrin) तथा फलाम-II मिलेर बनेको हुन्छ। हेमी (Heme) लवणयुक्त प्रोटीनलाई हेमी प्रोटीन (Heme protein) भनिन्छ। यहि हेमी प्रोटीनको माध्यमबाट फलामले अक्सिकरण-प्राणवायु घटित (Oxidation-reduction) प्रतिक्रियासँग सम्बन्धित शक्ति संचालन प्रणालीमा महत्वपूर्ण भूमिका खेल्दछ।

साईटोक्रोम (Cytochrome), पेरोअक्सिडेज (Peroxydase) तथा क्याटालेज (Catalase) जस्ता प्रोटीन (Protein) मा फलाम-II युक्त हेमी (Heme) रहेको हुन्छ जस्तै आणविक प्राणवायु (Molecular Oxygen) लाई उत्तेजित गराई त्यस्मा रहेको विद्युतकण (Electron) लाई प्रवाहित गराउने काम गर्दछ। हरितकण आफैमा फलामको मात्रा नभए तापनि फलामको अभावमा हरितकणको मात्रा घट्ने र प्रोटीनको मात्रा पनि घट्ने गर्दछ। फलाम कमी हुँदा कहिलेकाँही प्रोटीनको मात्रा नघटी हरितकणको मात्रा मात्र घट्ने गर्दछ। तसर्थ, हरितकण बन्ने काममा फलामको प्रत्यक्ष भूमिका रहेको अनुमान गर्न सकिन्छ। तर, फलामले कसरी हरितकण बन्न सहयोग गर्दछ भन्ने प्रष्ट हालसम्म हुन सकेको छैन।

भाण्टा तथा गोलभेंडालाई फलाम नराखिएको जलखेतीमा हुर्काउँदा जराहरू खैरो रङ्गका हुने साथै जराहरू धेरै विस्तार नहुने हुन्छ। यसो हुनाको मुख्यकारण, जराका टुप्पाको कोष विभाजन कार्यमा फलाम कमीका कारण अवरोध हुने हुँदा हो। फलामको भूमिका शक्ति संचालन (Energy Transmission) प्रणालीमा भन्दा कोष विभाजन कार्यमा बढी हुने कुरा प्रष्ट भै सकेको छ।

### कमी हुने कारणहरू (Causes of Deficiency):

सामान्यतया माटोमा फलामको मात्रा प्रशस्तै हुने गर्दछ। तसर्थ माटोमा अभावका कारण विरुवाले फलामको आवश्यकता पूर्ति गर्न नसक्ने अवस्था विरलै हुने गर्दछ। तर, माटोको पि.एच. बढी भएका कारण माटोमा रहेको फलाम अधुनशील भई विरुवाले लिन नसक्ने अवस्थाका कारण फलाम कमीको लक्षण देखा पर्न सक्दछ।

साधारणतया किसानको खेतवारीमा तरकारी वालीमा फलाम कमी भएको अवस्था पाइँदैन। अपवादका रूपमा,



फलाम नराखिएको जलखेती (Hydroponic culture) मा हुर्काइएको भाण्टाको जरा: शाखा जराहरूको सख्या कम हुनुको साथै जराको रंग खैरो भएको देखिन्छ।



खरबुजामा फलाम कमीको लक्षण



काँक्रोमा भारीपनाको असर: बढी पि.एच. युक्त पूर्ण रूपले खराबी नभई सकेको अंगार प्रयोगको असर। (हयोगी कृषि केन्द्रका निशिता नारीयुकोवाट प्राप्त फोटो)

तरकारीका बेर्नामा भने बढी पि.एच.युक्त, पूर्ण रूपले खरानी नभै सकेको अंगार प्रयोग गरेको खण्डमा फलाम कमीका लक्षण देखा पर्ने गर्दछ।

परीक्षणका लागि बढी मात्रामा फस्फोरसको प्रयोग गरेर तथा जलखेतीमा गहुँगा धातु (Heavy metal) हरूको अत्याधिक प्रयोग गरा फलाम कमीको अवस्था सृजना गर्न सकिने तापनि सामान्य अवस्थाको माटोमा फलाम कमीको अवस्था पाउन कठिन हुन्छ। फलाम कमीको लक्षण धान, गहुँ, फूलहरु तथा ठूला रुखहरुमा भने प्रायः सजिलै देखा पर्ने गर्दछ। तर तरकारी बालीमा भने विरलै देखा पर्दछ।

### ● तरकारी बालीमा फलाम कमी विरलै मात्र देखिनुका कारणः

तरकारी बालीका जराहरुमा माटोमा पर्याप्त मात्रामा रहने अधुलनशिल अवस्थाको फलाम-III (Ferric) लाई घुलनशील अवस्थाको फलाम-II (Ferrous) मा बदल्ने प्रतिक्रिया अर्थात् विघटित क्रियाकलाप (Reduction activity) निहित हुन्छ। यसका कारण तरकारी बालीहरुले अधुलनशिल अवस्थामा रहेको फलामलाई घुलनशील रूपमा परिवर्तन गरी प्रयोगमा ल्याउन सक्दछन्।

धान खेतमा प्रशस्त मात्रामा घुलनशिल अवस्थाको फलाम अर्थात् फलाम-II हुने गर्दछ। धान खेतमा फलाम-II को मात्रा दशौं पि.पि.एम. देखि लिएर बढी भएको खण्डमा ३०० पि.पि.एम. सम्म पनि पाइन्छ। तर धानका जराहरुमा तरकारी बालीको जराहरुको भन्दा विपरीत अर्थात् घुलनशिल अवस्थाको फलाम-II लाई अधुलनशिल अवस्थाको फलाम-III मा बदल्ने प्रतिक्रिया अर्थात् प्राणवायु संयोजन क्रियाकलाप (Oxidation activity) निहित हुने गर्दछ। यस्का कारण धानका जराका वरिपरी रातो-खैरो रङ्गका फलाम-III जम्मा भई बसेको देख्न सकिन्छ। बिरुवाका जराहरुमा निहित हुने अक्सिकरण (Oxidation) तथा विघटित क्रियाकलाप (Reduction activity) मानै बिरुवाको फलाम शोषण गर्न सक्ने क्षमता निर्भर हुने गर्दछ।

अम्लिय प्रकृतिको पि.एच.मान उपयुक्त हुने बालीलाई मध्यस्त पि.एच.अथवा क्षारीय प्रकृतिको पि.एच. मान भएको माटोमा लगाइएको खण्डमा फलाम कमीको लक्षण सजिलै देखा पर्ने गर्दछ। अम्लिय माटोमा घुलनशिल फलाम अर्थात् फलाम -II प्रशस्त मात्रामा हुन्छन्। अम्लिय माटो उपयुक्त हुने बालीहरु फलाम -II प्रशस्त मात्रामा हुने वातावरणमा भिजिएका कारण यस्ता बालीका जराहरुका फलाम शोषण गर्ने शक्ति साथै हरित क्रियाकलाप पनि कमजोर हुने गर्दछ। अम्लिय माटो रुचाउने बालीलाई क्षारीय माटोमा लगाउँदा थप मात्रामा फलाम दिनपर्ने हुन्छ।

धेरैजसो तरकारी बालीहरुले क्याल्सियम बढी मन पराउने हुँदा यिनीहरुलाई उपयुक्त हुने पि.एच.मान तुलनात्मक रूपले बढी नै हुने गर्दछ। बढी पि.एच. युक्त माटोमा फलाम अधुलनशिल अवस्थामा रहने हुँदा तरकारी बालीका जराहरुको फलाम शोषण गर्ने शक्ति बढी हुने गर्दछ। यस्का साथै अन्य बालीहरुको तुलनामा तरकारी बालीलाई कम मात्रै फलाम भए पनि पुग्ने गर्दछ। यिनै कारणहरुले गर्दा नै तरकारी बालीहरुमा फलाम कमीको लक्षण विरलै मात्र देखिने गर्दछ।

बिरुवाले सधैं घुलनशिल अर्थात् फलाम-II मात्रै शोषण गर्दछ भन्ने छैन। ताकागी (ईवाते वि.वि.) का अनुसार घाँस (Gramineae) परिवारका कुनै-कुनै बिरुवाले जराबाट म्यूजिनेईक अम्ल (Mugineic acid) उत्पन्न गर्दछ, जुन फलाम-III सँग मिलेर चिलेट यौगिक बनाउने गर्दछ। यस प्रकार चिलेट यौगिकमा रहने फलाम-III घुलनशिल हुन्छन् र बिरुवाका जराले शोषण गर्न सक्दछन्।

तरकारी बालीका जराहरुले भने म्यूजिनेईक अम्ल (Mugineic Acid) उत्पादन गर्ने गर्दैनन्। चिलेट शब्दको उत्पत्ति 'Clela' भन्ने शब्दबाट भएको हो जसको अर्थ Claws (पञ्जा) हो। चिलेट यौगिकमा धातुजन्य तत्वहरु पञ्जा (Clela) को बीचमा समाइएका हुन्छन्।

### ● गहुँगा धातु बढी हुँदा हुने फलाम कमीको लक्षण र त्यसमा EDTA को भूमिकाः

जलखेतीमा गहुँगा धातुको मात्रा बढी हुन गयो भने बिरुवाले सजिलै फलाम कमीका लक्षण देखाउने गर्दछ। जलखेती को पि.एच. मान ६ भन्दा बढी भएको खण्डमा र फलामलाई चिलेटको रूपमा (जस्तै EDTA-Fe) प्रयोग गरेको खण्डमा यो क्रम अझ छिटो हुने गर्दछ। पि.एच.मान ६ भन्दा बढी भएको खण्डमा EDTA को सम्बन्ध फलाम भन्दा अन्य गहुँगा धातुसँग स्थिर हुन्छ। यस प्रकार चिलेटबाट विस्थापित हुन पुगेका फलामका अणुहरु  $Fe(OH)_3$  को रूपमा थिगिने गर्दछन्। तर पि.एच.मान ६ भन्दा कम भएको खण्डमा भने फलामले अन्य गहुँगा धातु लाई विस्थापित गरी EDTA सँग टाँसिई EDTA-Fe बनाउँछ र यस्तो अवस्थामा फलाम कमीको लक्षण प्रायः देखा पर्दैन।

माथि उल्लेख गरिए जस्तो, गहुँगा धातुको मात्रा बढ्न गई फलाम अभाव हुने अवस्था माटोमा भने कमै मात्र हुने गर्दछ। यस्को बिभिन्न कारणहरु मध्ये एउटा जल खेतीमा जस्तो माटोमा बिरुवाको जरा नजिकमा हुने माटोको घोल (Soil Solution) एकनासको नहुने हुनाले पनि हो। टोकियो वि.वि. का चिनोले एउटै बिरुवाको जरालाई दुई भाग गरी एक भाग गहुँगा धातु बढी मात्रामा राखिएको जलखेतीमा र अर्को भाग सामान्य अवस्थाको जलखेतीमा राखी हुर्काउँदा सो बिरुवामा गहुँगा धातुको मात्रा बढी भई सिर्जना हुने फलाम कमीको लक्षण देखा परेन। यसबाट बिरुवा भित्रको फलामको प्रवाहलाई भने गहुँगा धातुको मात्राले कुनै असर नपार्ने कुरा पुष्टि हुन्छ। बिरुवामा फलामको प्रवाह फेरिक साइट्रेटको रूपमा हुने कुरा प्रष्ट भै सकेको छ। साइट्रिक एसिड र फलामको सम्बन्ध अन्य गहुँगा धातुहरूसँगको सम्बन्ध भन्दा स्थिर प्रकृतिको हुन्छ।

### ● गुलाफमा फलाम कमी हुनका कारणहरुः

गुलाफमा प्रायःजसो फलाम कमीका लक्षणहरु देखिने गर्दछन्। गुलाफमा पात पहेँलिने तथा अन्य बिभिन्न समस्यासँग सम्बन्धित धेरै अध्ययन पनि भैसकेको छन्। जसमध्ये केहीलाई तल उल्लेख गरिएको छ।

१. गुलाफमा हुने हरितकणहीनता (Chlorosis) जातमा पनि निर्भर हुने गर्दछ । कारा मिआ (Cara Mia) जातको गुलाफमा बढी मात्रामा हरितकणहीनता (Chlorosis) हुने गर्दछ ।
२. धेरै मात्रामा नाइट्रोजनयुक्त मल प्रयोग भएको कारण जरा विग्रिएका विरुवा भएको बगैचाका गुलाफमा पनि हरितकणहीनता (Chlorosis) हुने गर्दछ ।
३. धेरै मात्रामा नाइट्रोजनयुक्त मल प्रयोगका कारण फलाम कमी भएर पनि Chlorosis हुने गर्दछ ।
४. बढी फस्फोरसयुक्त माटोमा फलाम अघुलनशिल अवस्थामा स्थिरीकरण हुने र फलाम कमीका लक्षण देखिने हुन्छ ।
५. धेरै तलसम्म काँटछाँट गरिएको अवस्थामा पनि हरितकणहीनता (Chlorosis) हुने गर्दछ ।
६. सुख्खा, पानी निकासको समस्या तथा कम तापक्रम आदिका कारण जराको क्याकलाप घट्न गई हरितकणहीनता (Chlorosis) हुने गर्दछ ।
७. तामा तथा म्याङ्गानिज आदिको मात्रा बढी हुँदा फलामको मात्रा घट्न गई हरितकणहीनता (Chlorosis) हुने गर्दछ ।
८. बढी पि.एच. हुँदा फलाम अघुलनशिल हुने हुँदा पनि हरितकणहीनता (Chlorosis) हुने गर्दछ ।



## रोकथामका उपायहरू (Measures to meet deficiency):

फलाम कमीको लक्षण देखिसकेको अवस्थामा यसको रोकथामको लागि ०.१-०.२ प्रतिशतको फलाम सल्फेटको ( $\text{FeSO}_4$ ) तथा फलाम क्लोराईडको घोल बनाई २ दिनको फरकमा ५ देखि ६ पटकसम्म विरुवामा राम्रोसँग छर्कन उपयुक्त हुन्छ। फलफूलका रूख आदिमा लक्षण देखा परेको खण्डमा सो भन्दा बाक्लो अर्थात् १ प्रतिशत को घोल बनाई छर्कन उपयुक्त हुन्छ। ठूलो रूख तथा गुलाफ आदिमा भने यस प्रकारको छर्कने रोकथाम विधि त्यति धेरै प्रभावकारी हुँदैन। यसको सट्टा, प्रति हेक्टर २०-३० के जी को दरले EDTA-Fe माटोमा प्रयोग गर्नु प्रभावकारी हुन्छ।

चिलेटेड फलाम (Chelated iron) माटोमा प्रयोग गरिएको खण्डमा विरुवाले फलाम मात्रै शोषण गरेर लिन्छ अथवा चिलेट भएकै अवस्थाको फलाम शोषण गर्दछ अथवा यो जराको सतहमा पुगेर विरुवाले शोषण गर्नु भन्दा विघटन हुन्छ यो भने पुष्टि हुन सकेको छैन। यस सम्बन्धमा वैज्ञानिकहरूको दुई किसिमको धारणा रहेको पाइन्छ। पहिलो किसिमको धारणा अनुसार चिलेटमा रहेको फलाम-III विरुवाको जरा नजिक आउँदा घटित कृयाकलापका कारण फलाम-II मा परिणत हुन्छ, जसको चिलेटसँग जोडिने सम्बन्ध (Bond) फलाम-III को भन्दा कम हुन्छ। फलस्वरूप, फलाम-II चिलेटबाट छुट्टिन्छ र विरुवाले छुट्टिएको फलाम-II मात्र शोषण गर्दछ। दोश्रो प्रकारको धारणा अनुसार चिलेटमा रहेको फलाम-III को चिलेटसँगको सम्बन्ध ज्यादै मजबुत हुन्छ। फलाम-III घटित कृयाकलाप जराको सतहमा हुँदैन।

पहिलो किसिमको धारणा राख्ने वैज्ञानिकका अनुसार विरुवाको सतहमा निहित हुने घटित कृयाकलापको विरुवाले फलाम शोषण गर्ने क्षमतासँग तादात्म्यता रहेको हुन्छ र हरेक विरुवाको जराको घटित कृयाकलाप फरक-फरक हुँदा तिनीहरूको फलाम शोषण क्षमता पनि फरक-फरक हुन्छ। त्यसैगरी दोश्रो समूहका वैज्ञानिकका अनुसार विरुवामा फलामको भन्दा चिलेट भएका फलामको संचार छिटो र राम्रो हुने गर्दछ। यी दुई अवधारणा मध्येमा कुन सही हो ठम्याउन कठिन भए तापनि माटोमा फलामको प्रयोग गर्दा चिलेट गरिएको फलाम प्रयोग गर्न बढी उपयुक्त हुन्छ। किनभने चिलेटेड फलाम माटोमा स्थिरिकरण हुँदैनन्।

Hertensia (Saxifragaceae) तथा Cape-Jasmine (Rubiaceae) का नयाँ पातहरू बसन्तको शुरुवात सँगै पहेँलिने र पछि यस्तो लक्षण आफैँ हराएर जाने गर्दछ। यस्तै प्रकारको समस्या गुलाफ परिवार (Rosaceae) तथा घाँस परिवार (Gramineae) मा पनि देखिने गर्दछ। यसको मतलब फलामबाट देखिने हरितकणहीनता तापक्रम र जराको आयतनसँग सम्बन्धित छ।

माटोको पि.एच.मान बढी भई फलाम कमी भएको अवस्थामा माटोको पि.एच.घटाउन सिफारीस गरिन्छ। गमला खेती (Pot culture) आदिमा सजिलो भए तापनि जमीनको पि.एच.घटाउने कार्य त्यति सहज हुँदैन। शिपी (Shell) निकै बढी भएको खण्डमा पि.एच. घटाउन प्रति हेक्टर हजारौँ के.जी.का दरले सल्फर वा फेरस सल्फेट प्रयोग गर्नुपर्ने हुन्छ।

यदि माटोमा अन्य गहुँगा धातुहरू (Heavy metal) कपर, ग्याङ्गानिज, जस्ता आदिको मात्रा बढी भई फलाम अभावको स्थिति सिर्जना भएको छ भने यस्तो अवस्थाको माटोको पि.एच. मान केही मात्रामा बढाउनु उपयुक्त हुन्छ। गहुँगा धातुहरूको घुलनशीलता पि.एच.बढ्दा खेरि घट्ने हुँदा यसो गर्नु परेको हो। गहुँगा धातुहरूबाट ग्रसित विरुवाका लक्षणहरू क्याल्सियम हाइड्रोक्साइड प्रयोग गरी पि.एच. मान बढाएर ७.५ पुर्‍याउँदा घटाउन सकिन्छ।



नास्यातीको पातमा तामाको मात्रा बढी हुँदा देखिने हरितकण हिनताको समस्या फेरस सल्फेटको भोल छर्कदा रोकथाम भएको पाइयो। चित्रमा स्पष्ट गरेको ४-५ दिन पछिको अवस्था देखाइएको छ। (तोत्तरी वि.वि. नागाई ताकैओबाट प्राप्त फोटो)।



ग्रिमरोजमा क्षारीयपनाको असर: धेरै फलहरूले क्षारीयपनामा फलाम कमीका लक्षणहरू सजिलै देखाउने गर्दछन्।

## फलामको बढी (Iron Excess):

### बढीका लक्षण (Excess Symptoms):

सामान्य अवस्थाको जमीनमा घुलनशिल फलामको मात्रा धेरै नहुने हुँदा साधारणतया तरकारी वालीमा फलाम बढीको लक्षणहरू देखा पर्दैनन् । गहुँमा बढी चिस्यान हुँदा हुने तोक्मानीको कारण फलामको मात्रा बढी रहेको प्रतिवेदनहरू पाइन्छन् । तसर्थ, चिस्यानले गर्ने हानीमँग फलाम बढी हुनुको सम्बन्ध नयाँ खोजको विषय वन्न सक्दछ ।

गमलामा फूल लगाउँदा माटोसँग अर्ध पचेको प्रागारिक भ्याउ Peat Moss मिसाउने तथा Dolomite धुलो मिसाएर पि.एच. मिलाउने आदि प्रचलन रहेको छ । यस प्रकारसँग गमलामा फूल लगाउँदा Ikeda (Hyogo) का अनुसार कुनै फूलहरू केही बढी मात्रामा फलाम राख्दा राम्रो हुने गर्दछन् भने केही फूलहरू बढी मात्रामा कपर (तामा) राख्दा राम्रो हुने गर्दछन् । बढी मात्रामा फलाम रचाउने फूलहरूमा भ्यागुते फूल (Snapdragon), Calceolaria (Scrophulariaceae) तथा Edging lobelia (Campanulaceae) पर्दछन् । त्यसैगरी बढी मात्रामा तामा रचाउने फूलहरूमा कलेजी फूल फूले फूल, Petunia (Solanaceae), Exacum (Gentianaceae), Sweet pea (Leguminosae) पर्दछन् ।

केही फूलहरूलाई चिलेटेड-फलाम प्रयोग गर्दा राम्रो असर पाइन्छ भने केही फूलहरूलाई यसले नराम्रो असर गर्ने गर्दछ । यसरी नकारात्मक असर गर्नुका कारण फलामको मात्रा बढी भएर अथवा EDTA को विषालुपनाले हुन सक्दछ । यस प्रकारको नकारात्मक असर परेका विरुवाहरूमा जरा राम्ररी नफैलेने, ओइलाउने तथा फूलहरू साना फुल्ने आदि लक्षण देखा पर्दछन् ।

धान वालीमा फलामको बढी मात्रा भएका कारण पर्ने असरका बारेमा Tanaka (Hokkaido Univ.) ले विस्तृत अध्ययन गरेका छन् । धेरै अम्लिय माटो तथा पानी राम्ररी जमेको माटोमा घुलनशिल फलाम (फलाम-II) को मात्रा १०० पि.पि.एम. भन्दा अधिक रहन्छ । माथि पनि उद्धृत गरी सकिएको छ कि धानले बढी मात्रामा फलामबाट आफूलाई जोगाउन सक्दछ । जस्का कारण धानमा फलाम बढीका लक्षणहरू प्रायः देखिदैनन् । तर, विश्वव्यापी रूपमा हेर्ने हो भने कुनै-कुनै ठाउँमा कुनै जातको धानमा फलाम बढीको लक्षण देखिने गरेको पाइन्छ । खासगरी यो समस्या दक्षिण पूर्वी एशियामा पाइने गरेको छ । यसमा माटोको गुण बाहेक पनि धानको जात, वातावरण आदि विभिन्न तत्वहरूले प्रभाव पार्ने गर्दछ । यस प्रकार धानमा बढी फलाम भएर देखिने लक्षणमा पानमा गाढा खैरो रङ्गको थोप्पाहरू देखिनुका साथै धान राम्ररी नबढ्ने आदि पर्दछन् । यस प्रकारको समस्या विशेषगरी श्रीलंकाका टापुमा, जापानको आकागारे क्षेत्रमा, इन्डोनेशियाको मेन्टेक क्षेत्रमा तथा दक्षिण कोरियामा पाइन्छ ।

### बढी हुने कारणहरू (Causes of Excess):

तरकारी वाली तथा फूलहरूले अत्याधिक मात्रामा चिलेटेड फलाम अथवा फेरस सल्फेट प्रयोग गरेको अवस्थामा बाहेक सामान्य अवस्थामा फलाम बढीको लक्षण देखाउँदैनन् । गहुँ लगाइएको जमीन पानीले भिज्दा अथवा धान खेतीमा (पानीले माटो भिज्ने अवस्थामा) माटोमा फलाम बढी उपलब्ध भई फलाम बढीको लक्षण देखा पर्नुको विशेष कारण छ जुन माटोमा रहेको शुष्म जिवाणुसँग सम्बन्धित छ ।

पानीले डुबेको अवस्थाको माटोमा त्यहाँ रहेका वायवीय शुष्मजीव (Aerobic micro-organisms) हरूले त्यहाँ बाँकी रहेको अक्सिजनकै उपयोग गरी प्रागारिक पदार्थको विघटन गर्ने काम गर्दछन् । तर त्यहाँ उपलब्ध अक्सिजन सकिएपछि माटोमा उपलब्ध नाईट्रेट ( $\text{NO}_3^-$ ) लाई अक्सिजन श्रोतको रूपमा प्रयोग गर्छ । नाईट्रेट पनि सकिएपछि म्याग्नेजिज अक्साइड प्रयोग गर्ने गर्दछ र अन्तमा माटोमा रहेको फलाम-III ( $\text{Fe}^{3+}$ ) नै हाइड्रोजन Acceptor को रूपमा प्रयोगमा आउने अवस्था बन्दछ । जस्का कारण फलाम-III को आयनहरू फलाम-II ( $\text{Fe}^{2+}$ ) मा बदलिने क्रम बढ्न जान्छ र माटोमा घुलनशिल फलामको मात्रा बढ्न गई विरुवामा फलाम बढीका लक्षणहरू देखा पर्दछन् । माटो लामो समयसम्म पानीले डुब्ने अवस्था कायमै रहँदा माटोमा रहेको फलाम अक्साइड Iron Oxide को मात्रा घट्दै जान्छ र माटोमा अवायवीय जीवाणु Anaerobic bacteria हरू (जस्तै: सल्फेट घटित जीवाणु, मिथेन उत्पादित जीवाणु (Sulfate reducing bacteria; Methane producing bacteria) सक्रिय हुन थाल्दछन् ।

Tanaka का अनुसार माटोमा धेरै मात्रामा फलाम रहेको अवस्थामा (०.१ पि.पि.एम.) जराले सक्रिय रूपले फलाम शोषण गर्ने गर्दछ । माटोमा धेरै मात्रामा फलाम भएको अवस्थामा Mass flow को प्रकृया अनुसार फलाम आयनहरूको करीब सम्पूर्ण मात्रा नै जराले शोषण गर्ने गर्दछ । तर माटोमा अत्याधिक मात्रामा फलाम (३०० पि.पि.एम.) रहेको अवस्थामा धानका जराहरूले बढी मात्रामा रहेका फलामका आयनहरूबाट आफूलाई सुरक्षित राख्ने गरेको पाइयो । Tanaka ले धानको जराको यस प्रकारको कार्य जरामा हुने Metabolic activities सँग सम्बन्धित हुने कुरा प्रष्ट पारेका छन् । तसर्थ, कुनै कारणबस जरामा हुने चयनचय क्रियाहरू (Metabolic activities) मा रोकबाट आएको खण्डमा धानले पनि फलाम बढीको लक्षण देखाउन सक्दछ अर्थात् धान पनि फलाम बढीको समस्याबाट बच्न सक्दैन ।



प्याजको नयाँ पात पहेलिने समस्या: यस्तो समस्या भारतीय माटोमा (पि.एच. ८.० भन्दा माथि देखा पर्ने र फलन लिनै समयमा आँफै समाधान हुने गर्छ ।



पोटासियमको पाठमा पनि वर्णन गरी सकिएको छ कि पोटासियमको अभाव भएको खण्डमा विरुवामा फलामको संचारमा हास आउने गर्दछ । पोटासियम कम हुँदा जराको विकास कमजोर हुन्छ जसको कारण फलाम शोषण कम भई फलाम कमीको लक्षण देखिन सक्दछ । यसैगरी जराले वढी मात्रामा रहेको फलामबाट आफूलाई जोगाउने शक्ति पनि कमजोर हुन गई विरुवाले फलाम वढीको लक्षण देखाउने सम्भावना वढी रहन्छ ।

### मिल्दाजुल्दा लक्षणहरू (Similar Symptoms):

तरकारी वालीको हकमा भने फलाम वढीको लक्षणनै प्रायः नपाइने हुँदा फलाम वढीको लक्षणसँग मिल्ने अन्य लक्षणहरू उल्लेख गर्नु सान्दर्भिक हुँदैन । धान वालीमा भने जिङ्ग कमीको लक्षण, पोटासियम कमीको लक्षण, ओजोन वढीका कारण देखिने रातो थोप्ले लक्षण तथा दक्षिण पूर्वी एशियामा देखिने केही भाइरसका समस्या आदि फलाम वढीको समस्यासँग मिल्ने खालको हुन्छ । तर माथि उल्लेखित समस्याहरू तथा फलाम वढीको समस्या छुट्याउन पातमा रहेको फलामको मात्रा परीक्षण नै एक मात्र भर पर्दो उपाय हो ।



कंप जस्मिनको तयाँ पात पहेलिने समस्या: यो विरुवाले आरतीय माटोमा सजिलै फलाम कमीको लक्षण देखाउँछ । चित्रमा देखाइएको पातको फलामको मात्रा सामान्य पातको फलामको मात्र भन्दा कम छ । ०.१ प्रतिशत को फेरस सल्फेट स्प्रेबाट यो समस्या समाधान भएन । (हुयोगो कृषि केन्द्रका फुजि हिरोशिबाट प्राप्त फोटो) ।

### रोकथामका उपायहरू (Measures to meet Excess):

माटोमा घुलनशिल फलामको मात्रा दुई अवस्थामा वढी हुने गर्दछ । ती दुई अवस्थाहरूमा एक कडा अम्लिय अवस्थाको माटो र दोश्रो माटोमा अक्सिजन अभावको अवस्था (अर्थात् पानीले डुब्ने अवस्था) । तसर्थ, माटोमा घुलनशिल फलामको मात्रा वढी हुन नदिई वालीमा यसबाट हुने नोक्सानीको रोकथामको लागि अम्लिय माटोलाई तटस्थीकरण गर्नु र माटोमा हावाको संचालन हुने अवस्था सृजना गर्नु अति जरुरी हुन्छ । त्यसैगरी, हावाको संचार राम्रोसँग गराउन नसकिने माटोमा प्रांगारिक पदार्थको प्रयोगको मात्रा घटाउनु उपयुक्त हुन्छ ।

धानमा पोटासियमको मात्रा कमी हुँदा फलाम वढीको समस्या देखिइने हुँदा पोटासियम प्रयोगको मात्रा बढाएर यो समस्याको रोकथाम गर्न सकिन्छ । Yazawa (National Institute for Agro-Environmental Sciences) का अनुसार इन्डोनेशियाको मेन्टेक क्षेत्रमा देखा परेको फलाम वढीको समस्या पोटासियम प्रयोगको मात्रा बढाएर समाधान गर्न सकिएको थियो ।

Tadano (Hokkaido Univ.) का अनुसार पनि फलाम वढीको समस्याको रोकथामका लागि पोटासियम प्रयोगको मात्रा बढाउन जरुरी हुन्छ । पोटासियमले जराको गतिविधि बढाउनुको साथै त्यसमा हुने चयनपचयन क्रिया (Metabolic Activity) लाई सकृय बनाउने हुँदा जराहरूले फलाम वढीबाट आफूलाई जोगाउन सक्दछन् ।

### फखात जाँच गर्ने सरल तरिका (Easy test for Iron):

#### आवश्यक रिएजेन्ट (Necessary Regent):

फलाम परीक्षणका लागि ०.२% को १,१०-Phenanthroline को भोल बनाउनु पर्दछ । यो रसायनले घुलनशिल फलाम-II सँग प्रतिक्रिया गर्दछ । चिसो तथा अंधारो स्थानमा यस रिएजेन्टलाई लामो समयसम्म राख्न सकिन्छ । फलाम-III लाई फलाम-II मा परिणत गर्नको लागि Ascorbic Acid पाउडर प्रयोग गर्नु पर्दछ ।

#### जाँच गर्ने तरिका (How to test):

##### ● माटो परीक्षण:

खेतबारीबाट नमुना संकलन गर्दाको अवस्थाले चिस्थानयुक्त माटोलाई शुद्ध पानी (Distilled Water) द्वारा निस्सारण गर्ने विधिबाट फलामको मात्रा निर्धारण गर्ने तरिका सरल भए तापनि यस तरिकाबाट थोरै मात्रामा मात्र फलाम निस्सारित हुने हुँदा समस्या पर्न सक्दछ । यस तरिकामा सामान्य मात्रामा फलाम रहेको माटोबाट धेरै कम मात्रामा मात्र फलाम निस्सारित हुने हुँदा यसको सम्बेदनशिलता कम हुन्छ । त्यसो हुँदा उपलब्ध फलामको मात्रा अधिक छ, छैन भन्ने निर्धारणका लागि उपयोगी हुन्छ ।

तटस्थ पि.एच. भएको भोलमा माटोलाई एक घण्टा जति हल्लाउँदा माटोमा भएको फलाम-II को सम्पूर्ण मात्राको करीब २०% फलाम -III मा बदलिने गर्दछ । यो समस्यालाई माटो-पानी मिसाई सकेपछि हल्लाउने समय घटाएर कम गर्न सकिन्छ । हल्लाउने समय ५ मिनेट गर्दा उपलब्ध फलाम पनि विस्थापित भई सक्ने र माथि उल्लेखित समस्या पनि कम हुने हुँदा उक्त समयलाई उपयुक्त मान्न सकिन्छ ।

माटोमा रहेको फलाम-II को मात्रा निर्धारण, निस्सारित भोल २ एम.एल.मा २ थोपा १,१०-Phenanthroline भोल राख्ने र भोलको रंगिन तालिकासंग तुलना गरी गर्न सकिन्छ। त्यसै गरी माटोमा रहेको फलाम-III को मात्रा निर्धारण गर्न २ एम.एल. निस्सारित भोलमा करीब २५ मि.ग्रा. Ascorbic Acid को धुलो राखी, २ थोपा १,१०-Phenanthroline राखेर भोलको रङ्ग तुलना गर्नु पर्दछ।

रङ्गको विकास छिट्टै हुने भए तापनि ५ मिनेट पछि मात्र यस्मा स्थिरता आउने हुँदा, ५ मिनेटपछि मात्र रंगिन तालिकासंग तुलना गर्नु पर्दछ। विकास भै सकेको रङ्ग लामो समयसम्म स्थिर रहने हुँदा एकदिन पछिसम्म पनि रंगिन तालिकासंग तुलना गर्न सकिन्छ। रिएजेन्टको मात्राले रङ्गको विकास कमै मात्र असर गर्ने हुँदा निस्सारीत भोल र रिएजेन्टको मात्राको अनुपातलाई कम-बेसी गर्न सकिन्छ। तर ध्यान दिनु पर्ने महत्वपूर्ण कुरा १,१०-Phenanthroline ले पि.एच. ३ भन्दा तल तथा क्षारीय पि.एच. भएको खण्डमा राम्रो नतिजा दिदैन। माटोमा रहेको उपलब्ध फलामको मात्रा निर्धारण गर्न १०% सोडियम एसिटेट पि.एच. ५.२ लाई पानीको सट्टा निस्सारण भोलको रूपमा प्रयोग गर्न पनि सकिन्छ। यस प्रकारको सोडियम एसिटेटलाई निस्सारण भोलको रूपमा प्रयोग गर्दा रङ्गको विकास हुने क्रम २०-३०% ले बढ्छि हुने गरे तापनि सोही रंगिन तालिकाको प्रयोग गर्न सकिन्छ।

### ● बिरुवा परीक्षण:

बिरुवामा रहेको फलामको मात्रालाई परीक्षण गर्न धेरै कठिन हुन्छ। किनभने १०% सोडियम एसिटेटबाट पनि यो ज्यादै कम मात्रामा मात्र निस्सारीत हुने गर्दछ। हाल, बिरुवामा रहेको फलामको मात्रा परीक्षण गर्न N-PSAP (2-Nitroso-5-N-Propyl-N-Sulfopropylaminol-(Phenol) नामक रसायनको प्रयोग गर्न थालिएको छ। यो रसायनबाट धेरै कम मात्रामा रहेको फलाम परीक्षण गर्न सकिन्छ। तर विकसित हुने रङ्ग धेरै फिक्का हुने हुँदा खुला आँखाबाट तुलना गर्न कठिन हुन्छ।

बिरुवामा रहेको फलामको मात्रा निर्धारण गर्न तल उल्लेखित तरीका प्रयोग ल्याउन सकिन्छ। ०.५ ग्राम टुक्रा गरिएको पातको डाँठ (Petiole) लिने र त्यसमा १ मि.ली. बाक्लो HCl राख्ने। १५ मिनेट हल्लाउने र त्यसमा १० मि.ली. पानी थप्ने। त्यसपछि २-३ थोपा नाईट्रिक एसिड राख्ने, जस्तै फलाम-II लाई फलाम-III मा बदल्न मद्दत गर्दछ। करीब २ मिनेट पछि ५ मि.ली. २०% एमोनियम थियोसाइनेट ( $\text{NH}_4\text{SCN}$ ) राख्ने। फलामको मात्रा बढी रहेको छ भने उक्ता घोल रगत जस्तै रातो बन्दछ र फलामको मात्रा कम छ भने घोलको रङ्ग हल्का खैरो-गुलाबी हुने गर्दछ। विकसित हुने रङ्ग दिगो नहुने हुँदा चाँडै नै रङ्ग तुलना गरी सक्नु पर्दछ। यस परीक्षण विधिमा खतराजन्य रसायनहरु धेरै मात्रामा प्रयोगमा आउने हुँदा फिल्ट्र प्रयोगको लागि उपयोगी हुदैन।

### पहिचान गर्ने मापदण्ड (Standard for diagnosis):

माटोमा रहेको पानीमा घुलनशिल फलाम (फलाम -II) फलाम नतिजा वर्गीकरण तालिका:

| Colour Intensity                            | +   | ++ | +++                             | ++++                    | +++++ |
|---|---|----|---------------------------------|-------------------------|-------|
| परीक्षण भोलमा पि.पि.एम.                     | ०.५   | १  | २.५                             | ५                       | १०    |
| सुख्खा माटोमा पि.पि.एम. (मि.ग्रा./कि.ग्रा.) | २.५   | ५  | १२.५                            | २५                      | ५०    |
| माटोको भोलमा पि.पि.एम.                      | ७.५   | १५ | ३७.५                            | ७५                      | १५०   |
| नतिजा                                       | चिस्यानबाट हुने क्षती<br>बाट सचेत हुने अवस्था |    | चिस्यानबाट<br>क्षती हुने अवस्था | धान खेतीको लागि उपयुक्त |       |

# बोरोन (Boron)

## बोरोनको कमी (Boron Deficiency):

### कमीको लक्षण (Deficiency Symptoms):

तरकारी बालीहरूमा मुख्यतया शारीरिक असामान्य अवस्था (Physiological disorder) बोरोनको कमीले हुन्छ। किनभने दुई दलीय (Dicotyledones) तरकारी बालीलाई माटोमा भएको बोरोनको मात्रा भन्दा बढी बोरोनको आवश्यकता पर्दछ। बोरोन कमीका लक्षणहरू दुई किसिमका हुन्छन्।

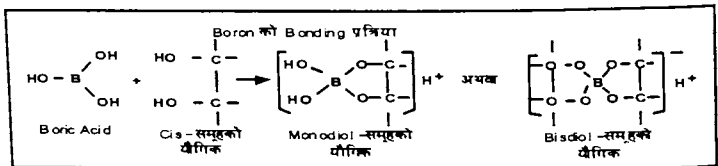
पहिलोमा नयाँ पातहरूको वृद्धि रोकिन्छ र कोषको वृद्धि घट्छ। अर्को लक्षणमा बोटको डाँठ अथवा फलमा चिरा परेको जस्तो अथवा सवराइजेशन (Suberization) देखा पर्दछ। जबकी बोटको वृद्धि सामान्य नै रहन्छ। पहिलो लक्षण देखिनुको कारणमा बोरोन तत्व बोटभित्र सजिलैसँग एक ठाउँबाट अर्को ठाउँमा सडैन। तर कोष वृद्धिको लागि बोरोन आवश्यक हुन्छ। पछिल्लो लक्षण देखिनुको कारणमा कोष भिल्ली (Cell wall) बन्ने र यसको क्याकलाप हुनको लागि बोरोनको आवश्यकता पर्दछ र बोरोनको कमी हुँदाको अवस्थामा अनियन्त्रित रूपले कार्बोलिक फिनोल (Phenol) जम्मा हुन थाल्छ।

### ● बोरोनको काम

बोरोन अधातु (Non-metal) तत्व भएकोले अरु आवश्यकीय धातु तत्व (Metal elements) ले जस्तो इन्जाइम (Coenzyme) को रूपमा काम गर्दैन तर यसले इस्टर जोडने (Ester combination) को रूपमा काम गर्दछ जसले सिस-हाइड्रोक्सि (Cis-hydroxy) समूह र बोरोनलाई संयोग गराउँछ।

धेरै किसिमका प्राङ्गारिक यौगिकहरूमा सिस-हाइड्रोक्सि (Cis-Hydroxy) समूह हुन्छ। उदाहरणको लागि चिनी जस्तै ग्लूकोज र फ्रूक्टोज (Fructose), Sugar Phosphate, polyhydric alcohol, phenol र hydroxy acid of aliphatic and aromatic compound. बोरोनले ती प्राङ्गारिक यौगिकहरूसँग मिलेर कम्प्लेक्स (Complex) यौगिक बनाउने गर्दछ। कोष भिल्ली (Cell wall) मा हुने पेक्टिन (Pectin) पनि एक किसिमको Complex यौगिक हो। त्यसैले यदि बोरोनको कमी भएमा कोष एक नाशले वृद्धि हुँदैन र अनि कोष भिल्ली (Cell wall) भित्र तिरबाट फुट्छ। यसको अर्थ बोरोनको कमीले Middle lamella र Sclerenchyme बन्ने प्रक्रिया रोकिन्छ।

पशुमा हुने कोषहरू, दुसरी र व्याक्टेरिया हरूमा कोष भिल्ली (Cell wall) हुँदैन। त्यसैले तिनीहरूलाई बोरोनको आवश्यकता पर्दैन। ती जीवहरूको लागि बोरोन तत्वको जरुरी पर्दैन। विचारनीय कुरा यो छ कि बोरोनको काम मुख्यतया कोष भिल्ली (Cell wall) मा हुने गर्दछ।



खेतबारीमा बोरोन कमीको लक्षणहरू

देखिन्छ। जस्तै:- जापानिज मूला र सलगममा हुने बाउन हार्ट (Brown heart), तोरीमा (Rape) दाना नलाग्ने (Sterile), चाइनिज बन्डामा बाउन हार्ट (यी माथिका सबै ब्रासिकेसी (Brassicaceae) वर्गमा पर्दछन्। अल्फाअल्फामा पहेंलिने (Yellowing of Alfa alfa-Leguminosae), अंगुर (Vitaceae) मा हुने हार्ट रट (Heart rot) र श्रिम्प-टाइपड डिस्अर्डर (Shrimp-typed disorder), अमिलो जातको फलफूलमा कडा हुने (Hardening of citrus-Rutaceae), स्याउको भित्र फोसिने (Internal cork of apple-Rosaceae) आदि। यस्ता असामान्य लक्षणहरू मुख्यतया ब्रासिकेसी (Brassicaceae) वर्गको तरकारी र फलफूल बालीमा देखा पर्दछ।

फर्सी, काँक्रो, तरबुजा (Cucurbitaceae वर्गको) र गोलभेंडा (Solanaceae वर्गको) बालीहरूको प्रयोगात्मक परीक्षण गर्दा बोरोनको कमी सजिलैसँग देखाउँछ। यसको तुलनामा अरु दुई दलीय तथा एक दलीय बालीहरू जस्तै: वेल्स प्याज (Welsh Onion), प्याज (Onion), चाइनिज चिम (Chinese Chive), माथिका सबै लिलिएसी (Liliaceae) वर्गमा पर्ने, धान, जौ, गहुँ र मकै (Gramineae वर्गको) आदि बालीहरूले बोरोन कमीको लक्षण सजिलैसँग देखाउँदैन। एउटा विचारणीय कुरा के छ भने बोटबिरुवालाई आवश्यक हुने बोरोनको मात्रा बोट बिरुवामा हुने पेक्टिन (Pectin) को मात्रामा भर पर्छ। यसलाई सामान्य रूपमा वर्णन गर्दा जून बोटमा बोरोनको मात्रा बढी हुन्छ। त्यस्ता बोटको लागि बढी बोरोनको आवश्यकता पर्दछ। त्यसैले त्यस्तो बोटमा बोरोन कमीको लक्षण सजिलैसँग देखा पर्छ।

कोषभिल्ली (Cell wall) मा सेलुलुज (Cellulose), हेमी-सेलुलुज (Hemi-cellulose), लिग्निन (Lignin) र पेक्टिन (Pectin) मिलेर बनेको हुन्छ। उदाहरणको लागि धानको पातलाई (जस्लाई बोरोनको आवश्यकता कम हुन्छ), परीक्षण गर्दा ३२% सेलुलुज (Cellulose), १४% हेमी-सेलुलुज (hemi-cellulose), ४% लिग्निन (Lignin) र ०% पेक्टिन (Pectin) देखाउँछ। गालेभेंडा, जसलाई बोरोनको बढी आवश्यकता पर्दछ, मा १९%, ३%, ४% र ६% क्रमै अनुसार देखाउँछ र यो कुराको पनि जानकारी हुन्छ कि दुसरी र व्याक्टेरियालाई बोरोनको आवश्यकता पर्दैन किनकी यस्मा पेक्टिन (Pectin) हुँदैन।

वांगेन तत्व लिग्नीन (Lignin) वल्ले प्रक्रियासंग सम्बन्धित छ ।  
यस्को साथै कोष भिल्ली (Cell wall) को काम वनावटमा पनि यस्को आवश्यकता  
पदछ ।

वागेनको अर्को महत्वपूर्ण काममा चिनीलाई एक ठाउँबाट अर्को ठाउँमा  
माने अथवा परिवहन गर्ने (Translocation of sugar) काम गर्छ ।

वागेरनको कमी भएको अवस्थामा नयाँ पातको वृद्धि घट्छ र पहेंलोपना देखा पर्छ । त्यस्तो अवस्थामा चिनी वोटको टुप्पोसम्म पुग्न सक्दैन । यस्तो हुनुमा दुईवटा सिद्धान्तहरु छन, पहिलो सिद्धान्तमा चिनी र वागेरन मिलेर वनने योगिक कोषको पातलो झिल्ली (Cell membrane) वाट सजिलैसँग छिर्ने सक्छ र अर्को सिद्धान्तमा वागेरनको कमी भएमा कोषको भित्ता (Cell wall) वाट पदार्थहरु छिर्ने शक्ति कम हुन्छ ।

वाट विरुवाहरूमा क्याल्सियमको कृयाकलापको सम्बन्ध वोगोनसँग हुन्छ । वोगोनको कमीले तुरुन्तै क्याल्सियमको सोस्ने प्रकृत्यामा प्रभाव पार्दैन तर क्याल्सियमको कमी गराउन मद्दत गर्दछ । तापनि यस सम्बन्धी पर्याप्त मात्रामा विश्वसनीय तथ्याङ्कहरू छैनन्, तर खेतबारीमा यस्ता धेरै उदाहरणहरू भेटिन्छ । जस्मा दुवै क्याल्सियम कमी भएको लक्षण र वोगोनको कमी भएको लक्षण देखाउँछ ।

क्याल्सियमको रङ्गिन पातामा देखाइएको जस्तै: चाईनिज वन्दा (Chinese cabbage) मा वोरोनको कमीले गर्दा टुप्पा डड्ने (Tip burn) लक्षण हुन्छ । कोमात्सुना (Komatsuna) (Brassica) को पात मसिनो हुनु र अथवा कुहिनुले क्याल्सियम र वोरोन दुवैको कमी देखाउँछ ।

**कमी हुने कारणहरू (Causes of Deficiency):**

**कमी हुने कारणहरू (Causes of Deficiency):**  
माटो चट्टानबाट निर्माण हुन्छ र चट्टानको निर्माण आग्नेय चट्टान (Igneous rock) बाट हुने गर्छ। जस्मा वोरोनको मात्रा करीव १० पि.पि.एम. हुन्छ। अर्कोतिर आग्नेय चट्टान खिडिएर समुद्र भित्र वल्ने जलीय चट्टान (Aqueous rock) मा वोरोनको मात्रा बढी हुन्छ। उदाहरणको लागि चुनढुङ्गा (Lime stone) चट्टानमा २० पि.पि.एम., वलौटे ढुङ्गा (Sand Stone) मा ३५ पि.पि.एम. र शेल (Shale) मा १०० पि.पि.एम. हुन्छ। यस्को अर्थ वोरोन पानीमा घुलनशील छ, त्यसैले खिडिने प्रकृया (Weathering process) हुँदा यो आग्नेय चट्टानबाट समुद्रतिर जाने गर्छ।

साँचो अर्थमा वोगेन पानीमा घुनलशील छ भन्ने कुरा असम्बन्धित छैन । किनकी नदीको पानीमा भन्दा समुद्रको पानीमा वोगेनको मात्रा बढी हुन्छ र आनेय चङ्गनवाट निर्माण हुने माटो अथवा क्षेत्र जहाँ धेरै पानी पछ्छ । त्यस्तो ठाउँहरुमा तरकारी वालीमा सजिलैसंग वोगेन कमीको लक्षण देखाउँछ ।

साधारणतया माटोको अम्लियपनाले पनि वोरोन कमीको लक्षणलाई प्रभाव पार्दछ। वोरोनको पानीमा घुल्ने मात्रा अम्लिय अवस्थामा बढी हुन्छ र क्षारीय अवस्थामा कम हुन्छ। यस्को अर्थ जब माटो अम्लिय हुन्छ र बढी वर्षा पनि हुन्छ त्यस्तो अवस्थामा वोरोन कमीको लक्षण देखिन सक्छ। किनकी धेरै वोरोन चुहिएर जान्छ र जब माटो क्षारीय हुन्छ तब पनि वोरोन कमीको लक्षण देखिन सक्छ। किन भने त्यस अवस्थामा माटोमा धेरै कम मात्रामा प्राप्य (Available) वोरोन हुने गर्दछ।

यदि माटोमा पर्याप्त मात्रामा बोरोन छ भने बोरोन कमीको लक्षण सायदै देखा पर्छ । तर यसको उल्टो क्याल्सियम र म्याग्नेसियमको हकमा यदि यिनीहरु माटोमा पर्याप्त मात्रामा भए तापनि क्याल्सियमको कमी र म्याग्नेसियमको कमीको लक्षणहरु देखा पर्न सक्छ । जब माटोमा तातो पानीमा घुलनशील (Hot-water soluble) बोरोनको मात्रा करीब ०.८ पि.पि.एम. छ भने बोरोन कमीको लक्षण देखा पर्दैन । तर सधै लागू हुदैन । खेतबारीमा धेरैजसो सुब्बा भएको अवस्थामा, तरकारी वालीहरुमा कमीका लक्षणहरु भन्न बढी वृद्धि हुन्छ । यसको अर्थ जराद्वारा बोरोन सोस्ने कृषा घट्छ । खासकुरामा बोरोन कमीको लक्षण देखिनुमा माटोमा चिस्थानको मात्रा र बोट भित्रको हाईड्रो-मेटाबोलिज्म (Hydro-metabolism) प्रकृयासंग आपसी सम्बन्ध रहेकोले हुन्छ ।





बनौटे माटोमा बोरोन सजिलै चुहिएर जान्छ । त्यसैले कमीका लक्षणहरु धेरैजसो देखापर्छ । बोरोन कमीको लक्षण देखा पर्नुमा माटोको बुनोट (Soil texture) सँग पनि सम्बन्ध हुन्छ ।

### ● दुई दलीयहरुमा बोरोन कमीको लक्षण सजिलै देखा पर्नुको कारणहरु:

एक दलीय बोटहरुलाई दुई दलीयको तुलनामा कम बोरोनको आवश्यकता पर्दछ । यस बाहेक एक दलीय बोटहरुमा घुलनशील बोरोनको (Soluble boron) अनुपात अर्कोको तुलनामा बढी हुन्छ । यसले गर्दा बोरोनलाई फेरी पनि सजिलैसँग (Re-used easily) प्रयोग गर्न सक्षम हुन्छ । तर हालै बोरोनको कमीको बारेमा धेरै अध्ययनहरु भएका छन् जस्तै ती दुईको बीचमा फिनोलको प्रकृया फिनोल चयनपचयनको (Phenol metabolism) भिन्नतालाई मध्यनजर राखेर गरिएको छ ।

दुई दलीय बोटमा फिनोल यौगिक (Phenol Compound) एक दलीयको तुलनामा धेरै हुन्छ र बोरोन कमी भएको अवस्थामा पहिले कैफिक अम्ल (Caffeic acid) र क्लोरोजेनिक अम्ल (Chlorogenic acid) जम्मा हुन्छ । तिनीहरुले पेरोक्सिडेज (Peroxidase), जसले कार्बोविक अम्ललाई अक्सिकरण (Oxidizes) गर्दछ, को कृयाकलापलाई घटाउँछ । जसको कारणले बोरोन कमी भएको बोटमा धेरै मात्रामा फिनोल यौगिक जम्मा हुन्छ र यसले बोटलाई खैरो बनाउने र/अथवा बोटको तन्तुलाई सबराइजेसन (Suberization) गर्दछ । जब बोरोनको कमी हुन्छ तब बेटा-ग्लुकोसिडेज (B-glucosidase) को कृयाकलापमा वृद्धि हुन्छ र अनि कम घनत्वको फिनोल यौगिक (Low molecular Phenol compound) को जम्मा हुने मात्रामा वृद्धि हुन्छ ।

### ● बोटबिरुवाको आन्तरिक प्रक्रियामा बोरोनको नियन्त्रण:

बोरोनको मात्राले ग्लूकोज सिक्स-फोस्फेट डिहाइड्रोजिनेज (Glucose 6-Phosphate dehydrogenase) को कृयाकलापलाई प्रभाव पार्दछ । जुन चिज पेन्टोज फोस्फेट साइकल (Pentose Phosphate cycle) को मुख्य ईन्जाइम (Key enzyme) हो । यसको कारण यो छ कि यो ईन्जाइमको सबस्ट्रेट (Substrate) ले बोरोनसँग प्रतिकृया गर्दछ र अनि सबस्ट्रेट (Substrate) सजिलैसँग मेटाबोलाइज्ड (Metabolized) हुन पाउँदैन । बोरोन बढी भएको अवस्थामा पेन्टोज फोस्फेट साइकलको कृयाकलाप घट्छ र बोरोन कमी भएको अवस्थामा कृयाशिल हुन्छ ।

यी माथि उल्लेख गरिएको कसरी बोरोन कमीका लक्षणहरु देखा पर्दछ र कसरी बढी हुँदाका लक्षणहरु देखा पर्दछ भन्ने कुराहरु हालसम्म त्यति प्रष्ट छैन तर एउटा कुरा के थाहा छ भने बोरोनले धेरै किसिमको आन्तरिक प्रकृयामा भाग लिने यौगिक (Metabolism forming complex compounds with substrate) हरूलाई नियन्त्रणमा राख्ने गर्दछ ।

### मिल्दाजुल्दा लक्षणहरु (Similar Symptoms):

#### ● क्याल्सियमको कमी:

आवश्यकीय खाद्यतत्वहरु मध्ये क्याल्सियम कमी हुँदाको लक्षण बोरोन कमी हुँदाको लक्षणसँग मिल्दो हुन्छ । बोट बिरुवाको टुप्पोको असामान्य वृद्धिलाई मात्र हेरेर दुईवटा तत्व मध्ये कुन चाहिँ तत्वको कमीले भएको हो भन्ने कुरा छुट्टयाउन धेरै गाह्रो पर्दछ । फरक यो छ कि बोरोन कमीको लक्षणमा बाहिरी भाग/बोक्रा फूट्छ (Cracking of the epidermis) र तन्तुहरु कडा काठ जस्तो (Suberization) देखा पर्छ । खेतबारीमा दुवै तत्वको कमीको लक्षणहरु छुट्टयाउन गाह्रो हुने मुख्य कारणमा दुवैको लक्षण सँगै देखा पर्छ । गोलभेंडामा ब्लोसोम ईण्ड रट (Blossom end rot) र चाईनिज बन्दामा ब्ल्याक हार्ट (Black heart) क्याल्सियमको कमीले हुने विश्वास गरिन्छ तर यसैलाई पनि जब बोरोन कमीको पनि विश्वास गरिन्छ । बोट भित्र तिनीहरुको काम र चाल मात्र एकै किसिमको छैन किनकी माटोमा चिस्यानको प्रभावले माटोबाट तिनीहरुको सोस्ने प्रक्रिया पनि उस्तै देखिन्छ र अगाडि भने जस्तै दुवैतत्व पर्याप्त मात्रामा पेक्टिन (Pectin) सँग मिलेर रहेको हुन्छ ।

#### ● रोग तथा कीराबाट हुने क्षती:

धेरै किसिमको रोग तथा कीराहरुले आक्रमण गर्दा हुने क्षती पनि बोरोन कमीको लक्षण जस्तै हुन्छ जस्तै बाहिरी भाग/बोक्रा (Epidermis) मा काठ जस्तो कडा (Suberization) पर्दछ ।

एकपल्ट जापानिज मूलाको खेती गरेको केही ठाउँमा एउटा समस्या देखा पर्‍यो । समस्या के थियो भने- जराको बाहिरी तह, Epidermis मा काठ जस्तो कडा (Suberization) भएको र जराको भित्री भाग कालो भएको पाइयो । केही माटो विज्ञहरुले बोरोन कमीको विश्वास गरेर त्यसमा विस्तृत अध्ययन गरे । अध्ययन पछि विज्ञहरुले यो कुराको प्रष्ट पारे कि खेतबारीमा देखिएको लक्षण र माटोमा बोरोनको मात्राको आपसी सम्बन्ध रहेको पाइयो र बोराक्स (Borax) को प्रयोगले सो खेतबारीमा सुधार भएको पाइयो । यसबाट सो क्षेत्रमा बोरोन कमीको समस्या हरायो ।



प्याज (Welsh Onion) मा बोरोन प्रयोगको परीक्षण; बोक्राबाट कमशः ०, १, २५ र ५० पि.पि.एम. बोरोन प्रयोग गरिएको । ० पि.पि.एम. बोरोन प्रयोग गर्दा बढि केही नराशो भए तापनि धेरै अतर गरेको पाइएन । बोरोनको बढी मात्रामा प्रयोग हुँदा बिरुवा कमजोर र सजिलै भाँचिने खानको भए तापनि तन्तुक्षयको लक्षण देखा परेको पाइएन । (मिहारा नगरका कोउमै मासानोरीबाट प्राप्त फोटो)



कृषकहरु समस्या समाधान भएकोले खुशी थिए र उनीहरुले बोरोन कमीको बारेमा जानकारी पाए । तर पछि फेरि बोरोन कमीको जस्तै लक्षण देखा पर्‍यो । कृषकहरुले विचार गरे कि यो लक्षण फेरि बोरोनको कमीले गर्दा भएको हो र अनि तिनीहरुले बोरोनयुक्त मलको प्रयोग गरे र तर यसको प्रयोगले रोग घट्नुको साटो भन्तै एकैपल्ट वृद्धि भयो । तर सो रोग फुजारीयम (Fusarium) ले गर्दा हुने पहेलिन (Yellows) ले गर्दा भएको थियो । त्यो क्षेत्रमा सो रोग त्यसभन्दा पहिले कहिल्यै देखा परेको थिएन र अनि त्यसपछि कृषकहरुलाई सो नयाँ रोगको बारे जानकारी पाए ।

पहेलिन रोग (Yellow) निस्केको र यसलाई पूर्ण नियन्त्रण गरेको केही वर्ष भयो । रोग लागेर शुरूको अवस्थातिर नै उपचार गरेकोले रोग त्यति फैलिन पाएन । यदि यसलाई खाद्यतत्वको कमीले गर्दा भएको भनेर विश्वास गरेका भए रोग कति फैलिन थियो भन्ने कुरा भन्न सकिदैनथ्यो भनेर अफसम्म पनि बाली रोग विज्ञ (Pathologist) ले भन्ने गर्दछन् ।

पहेलो (Yellows) ले गर्दा जरामा असामान्य लक्षण देखिँदा जराको कडा तन्तुमा (Xylem) मा नाईट्रोजनको रङ्गिन पानामा देखाएको जस्तै गरी खैरो हुन्छ तर बोरोनको कमीको हुँदाको जस्तो जराको बीच भाग (Stele) को वरिपरी हुँदैन । यसका साथै पहेलो (Yellows) हुँदा पातहरु पहेलो हुने र मर्छ (Necrosis) तर बोरोन कमीको लक्षण पातहरुमा देखाउँदैन ।

बोरोन कमी हुँदाको जस्तो अरु धेरै लक्षणहरु जापानिज मूलामा पाइन्छ । राईजोक्टोनिया (Rhizoctonia) ले गर्दा हुने बोक्रा खैरो भई चिरिने लक्षण (Cuticle Crack browning symptom) लाई बोरोनको कमीले आन्तरीक गडबडी (Physiological disorder) भनेर विश्वास गरिन्थ्यो । किनभने यो हुँदा जराको बाहिरी तह (Cuticle) मा काठजस्तो कडा धर्काहरु अथवा खस्रो बोक्रा जस्तो लक्षण देखाउँछ ।

जाथ्योमोनास (Xanthomonas) ले गर्दा हुने कालो कुहिन रोग (Black rot) लाग्दा भित्री भाग (Stele) को वरिपरी कालो हुन्छ र जब लक्षण प्रगती हुन्छ तब यो ठाउँ खोक्रो हुन्छ । यो व्याक्टेरियाले गर्दा हुने रोग हो र यस्मा नराम्रो गन्ध हुँदैन तापनि कहिलेकाहीँ यसलाई बोरोनको कमी भन्ने गल्ती गर्छन् ।

माटोको जुका (Nematode) ले जरामा क्षती गर्दा जराको बाहिरी भाग (Cuticle) मा खस्रो दाग तथा चर्केको जस्तो लक्षण देखाउँछ । यस्तो लक्षणलाई कहिलेकाहीँ नजान्नेहरुले बोरोनको कमी भन्ने विश्वास गर्दछन् ।

फूलहरुमा पनि जापानिज मूलामा जस्तै धेरै भुक्किने हुन्छ । जब चिरा (Crack) देखा पर्दछ तब साधारणतया बोरोन कमीको शंका गर्दछन् । यदि केही गडबडी भएको बारेमा केही कारण प्रष्ट नभएमा सजिलैसँग बोरोन अथवा क्याल्सियमको कमी भनेर शंका गरि हाल्छन् । यस कितावका लेखकसँग पनि एउटा तीतो अनुभव छ । सन् १९६८ मा ह्योगो प्रिफेक्चर (Hyogo Prefecture) भन्ने ठाउँमा टुलिप (Tulip) खेतीमा एउटा गडबडी निस्क्यो । त्यसो हुँदा कृषकहरु धेरै गाह्रो अवस्थामा थिए । समस्याको लक्षण के थियो भने पातमा चिरा पर्ने जो पछि चाउरिने (Rumpled) हुन्थ्यो । केही व्यक्तिहरुले यस्तो गडबडी बोरोनको कमीले भन्ने शंका गरे । त्यसैले यो लेखकले यस्मा कारण पत्ता लगाउन अध्ययन शुरू गरे ।

लेखकले यो गडबडीको समस्या र माटोमा भएको खाद्यतत्वको बीचमा त्यस्तो सम्बन्ध भएको पाएन । जब कि उहाँले माटो तथा बिरुवा संकलन गरी परीक्षण पनि गरे । जब उहाँले पत्ता लगाउन कोशिस गरिरहेका थिए तब Yokohama Plant Protection station news of 1969 का रिपोर्टमा एउटा कुरा उल्लेख गरिएको पाइयो कि टुलिप (Tulip) मा यस्तो समस्या एउटा ब्याक्टेरिया (Corynebacterium) ले गर्दा हुन सक्ने जनाइएको थियो । पछि व्याक्टेरिया पत्ता लगाइयो र रोगको नाम सिल्वरीङ (Silvering) राखिएको थियो । यसैले लेखकले यहाँ के उल्लेख गर्न चाहेको छ भने खेतबारीमा हुने समस्या समाधानको लागि बिभिन्न विषयको विज्ञहरुको आवश्यक पारस्परिक सहयोग हुनु जरुरी हुन्छ ।

## ● सुलसुले (Mites) बाट हुने क्षती:

सुलसुलेबाट हुने क्षतीको लक्षण पनि बोरोन कमीको लक्षणसँग मिल्दो हुन्छ ।

भान्टा, भेंडेसुसानी र कहिलेकाहीँ भूईँकाफल (Strawberry), काँक्रो, तरबुजा, सिमी (Kidney bean) हरूमा Tarsonemid mites समूहको Broad mite ले क्षती गर्दाको लक्षण बोरोन कमीको अथवा हार्मोनले गर्दा हुने क्षतीसँग मेल खान्छ । किनभने यस्तोमा बोटको वृद्धि हुने, टुप्पा खुम्चिन्छ र वृद्धि घट्छ । रङ्गिन पानामा देखाइएको जस्तै 'श्री'डा सुलसुलेले क्षती गर्दा पातको नशाहरु सर्पको आकार हुने, खुम्चिने र पातको पछाडि चिल्लो तह जस्तै हुन्छ । वयस्क सुलसुले धेरै सानो हुन्छ, जसको नाप करिब ०.२ मि.मि जतिको हुन्छ । त्यसैले हातेलेन्सको सहायताले निरीक्षण गर्न धेरै गाह्रो हुन्छ । यी कीराहरु हेर्दा सानो घेरामा (Lump) हुन्छ । त्यसैले थाहा नभएको व्यक्तिले पत्ता लगाउन गाह्रो हुन्छ । यसको लागि पातको पछाडीपट्टि शुष्मदर्शक यन्त्रको सहायताले हेर्नको लागि सिफारीस गरिन्छ ।

नर्सरीहरुमा तरबुजा, भान्टा, काँक्रो र चाइनिज बन्दाहरुको नयाँ पातहरुको आकार बिगेन र ओइलाउनुको कारण एकरीड सुलसुले (Acarid mites) को वर्गमा पर्ने मोल्ड माईट (Mold mite) ले गर्दा पनि हुन्छ ।

एकरीड माईट्सहरु स्पाइडर माईट (Spider mites) भन्दा फरक हुन्छ भन्ने कुराहरु गएको म्याग्नेसियमको अध्यायमा विश्लेषण गरि सकिएको छ । खास भन्नु पर्दा अगाडिको चाहिँ स्याप्रोफाईट (Saprophyte) हुन् । एकरीड माईट नर्सरी व्याडमा परालको छपो राख्दा (Straw mulch) वृद्धि हुन्छ । त्यसपछि केही बेर्नामा पनि जान्छन् र तिनीहरु त्यहाँ परजिवी (Parasitic) रुपमा बोटमा बस्छन् । वयस्क एकरीड माईट्स करिब ०.५ मि.मि. जतिको हुन्छ । यिनीहरुलाई क्षती गरेको पातको तलतिर अथवा परालको मल्ट (Straw Mulch) मा खाली आँखाले मात्र हेर्दा पनि देखिन सकिन्छ । चाईनिज बन्दा र तरबुजाको पातहरुमा धेरै स-साना सेतो दागहरु र स-साना प्वालहरु देखापर्दछन् । यस्तो देखेमा पनि एकरीड माईट्स (Acarid mites) ले गर्दा भएको भन्ने कुरा छुट्याउन सकिन्छ । ईरियोफिड

माईटस (Eryophyid mites) को वंगमा पर्ने डाई बल्बमाईटले गर्दा पनि टुलिप (Tulip) मा असामान्य रङ्ग ल्याउँछ। यसको लक्षण बोरोन कमीको लक्षणसँग मिल्दो हुन्छ। किनभने फूलहरूमा मोजाइक (Mosaic) र धर्का आकार (Scratched pattern) देखाउँछ, पत्रदल (Petal) खुम्चिन्छ र आकार विग्रन्छ। खेती गर्ने बेलामा माईटहरू विग्रीएको बल्ब (Damaged bulb) बाट नयाँ बल्बमा (Daughter bulb) सर्दछ र भण्डार गर्दा विग्रीएको बल्बबाट नयाँ बल्बमा सर्ने गर्दछ। टुलिप (Tulip) फूल उमाने क्षेत्रमा हरितगृह (Green house) मा फूलहरूमा धेरै नै क्षती भएको देखिन्छ। हरितगृहमा तापक्रम र चिस्यानको अवस्था माईट (Mite) को वृद्धिको लागि धेरै राम्रो हुन्छ। क्षती गरेको बल्ब (Damaged bulb) मा शुरुको अवस्थामा प्याजी (Purple) रङ्गको दागहरू देखिन्छ र अनि यो खैरो रङ्गमा परिवर्तन हुनुको साथै विग्रन थाल्छ। अर्को कुरा क्षती भएको अथवा विग्रीएको बल्ब सुकेको हुन्छ। यसैले माथि उल्लेख गरिएको कुराहरूले डाई बल्ब सुलसुले गर्ने क्षतीको लक्षण थाहा पाउन सजिलो गरेको छ।

बयस्क डाई बल्ब माईट दुगो आकार (Cylindrical), फिक्का पहेलो देखि दुध जस्तो सेतो रङ्गको ग्रव (Grub) हुन्छ र लम्बाई करीव ०.२५ मि.मि. हुन्छ। अनि यस्ताई खाली आखाले देख्न सकिदैन तर साधारण हाते लेन्सको सहायताले टुलिपको बाहिरी बोक्रामा (Outer skin of Tulip) देख्न सकिन्छ।

### रोकथामका उपायहरू (Measures to meet deficiency):

बोरोनको कमी हटाउन एक हेक्टरमा ५ देखि १० के.जी. सम्मको बोराक्स (Borax) छर्ने तरिका सामान्य हो। यस्का साथै ४० देखि ६० के.जी. Fritted Trace Elements अथवा बोरोन र म्याङ्गानियम युक्त Fused magnesium phosphate प्रयोग गर्दा पनि प्रभावकारी नै हुन्छ। यदि खेती गरिरहेको अवस्थामा लक्षण देखा परेमा ०.१ देखि ०.२५% सम्मको बोराक्सको घोल पातहरूमा छर्नु सिफारीस गरिन्छ।

एउटा विचार गर्नुपर्ने कुरा के छ भने बोटहरूको लागि बोरोनको आवश्यक हुने दायरा (Range) धेरै साँगुरो छ। त्यसैले यदि बोरोनको बढी प्रयोग भएमा यसले क्षती पुऱ्याउने सम्भावना हुन्छ। उदाहरणको लागि जापानिज मूला (Japanese radish) को खेती गरिसके पछि भूईँकाफल अथवा भटमास खेती गर्नु खतरनाक हुन्छ। किनकी जापानिज मूला (Japanese radish) को लागि उपयुक्त हुने बोरोनको मात्रा भटमासको लागि बढी हुन गएको देखिन्छ।

यस्तै किसिमले केही दुसी (Filamentous fungus) हरूले गर्दा पनि बोरोन कमीको जस्तै लक्षण देखाउँछ र कहिलेकाहीँ बोरोनको घोल छर्नाले लक्षण हराउँछ। यसको अर्थ दुसी (Filamentous fungi) जस्तो अत्यावश्यक तत्वमा बोरोन हुँदैन। तिनीहरूको बोरोन सहने (Boron-resistant) गुण कम हुन्छ।

### बोरोनको बढी (Boron Excess):

#### बढीको लक्षणहरू (Excess Symptoms):

बोरोन बढी भएर मुख्यतया दुई किसिमका लक्षणहरू देखा पर्छ। एउटामा पातको किनाराहरू असामान्य देखिन्छन् र किनारा विस्तारै सुक्दै जान्छ। अर्कोमा नोक्सान सधैं तल्लो पातहरूबाट शुरु हुन्छ।

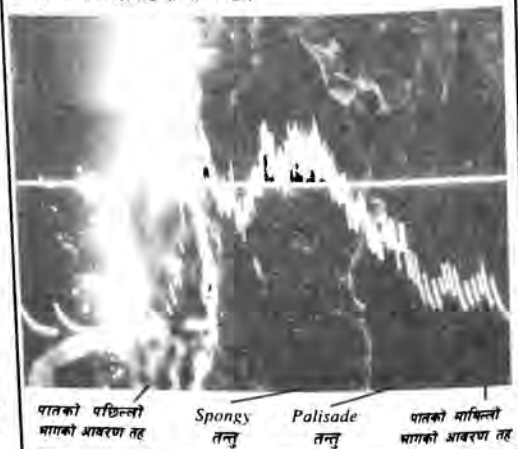
पातको किनारा सुक्ने दुई किसिमले हुन्छ— एउटामा खैरो हुने र अर्कोमा सेतो हुने। भटमास, भूईँकाफल र भान्टामा पहिलो किसिमको हुन्छ भने पालक, सलगम, गोलभेंडा र काँक्रोमा दोस्रो किसिमको लक्षण हुन्छ। यसका साथै पालक र सलगमको हकमा पात पछाडीबाट दोघिन्छ र बेरिन्छ। भान्टा र काँक्रोमा पातहरू सजिलैसँग भुँदछ।

#### बढी हुने कारणहरू (Causes of Excess):

बोरोनलाई कृत्रिम रूपमा बाहिरबाट (Supplied artificially) प्रयोग नगरेसम्म बोरोन बढीका लक्षणहरू देखिदैन। बोरोन बढी भएर क्षती हुनुको कारणमा बोरोनको उचित मात्राको दायरा (Permissible range) धेरै साँगुरो (Narrow) छ र उचित मात्राको दायरा बोटहरू पिच्छे फरक हुन्छ। उदाहरणको लागि जापानिज मूला (Japanese radish) को लागि १० के.जी. बोराक्स (Borax) प्रति हेक्टर प्रयोग गर्नु उपयुक्त हुन्छ तर २० के.जी. बोराक्स प्रयोग गरेमा बढी भएर हानी पुऱ्याउँछ र उत्पादकत्व घट्छ। जब जापानिज मूलाको खेती गरिसकेपछि भटमासको खेती गरेमा कहिलेकाहीँ बोरोन बढी भएर हुने क्षती देखापर्छ। किनकी भटमासको बोरोन सहने शक्ति (Boron-resistant properties) कमजोर हुन्छ।

खेतबारीमा बोरोन धेरै भएर हुने क्षतीको धेरै उदाहरणहरू छन् तापनि बोटमा बोरोनको मात्रा बढी हुनाले हुने आन्तरिक प्रक्रियाको बारे धेरै अध्ययन भएको छैन। माथि उल्लेख गरेको भूईँ ग्लाईकोलाइसिस चाल घट्ने (Depression of glycolysis step) पनि

दुई दिनसम्म ३० पि.पि.एम. बोरोन प्रयोग पश्चात् EPMA (Electron Probe X-ray Micro Analyzer) द्वारा पातको परीक्षण। चित्रमा देखाइएको तरङ्ग रेखाले बोरोन सचिती अवस्था देखाउँदछ। चित्रबाट बोरोन बढी मात्रामा प्रयोगको अवस्थामा Spongy तन्तु तथा Palisade तन्तुमा जम्मा हुने स्पष्ट हुन्छ। यस्तो ठीक उन्टो, गहुँगा धातुजन्य तत्वहरू पातको आवरण तहमा जम्मा हुने गर्दछन्। (मिहारा शहरका कोउगे मासानोरीबाट प्राप्त फोटो)



बोरॉन बढी हुनाले हुन्छ । यो विचार गरिन्छ कि बोरॉन बढी हुनाले चयनपचयन कृयाकलाप (Metabolic activity), मेटाबोलाईज्ड यौगिकको सिम होईडाक्सी समुह (Cis-hydroxy group of metabolized compounds) संग प्रतिक्रिया घट्छ ।

### मिल्दोजुल्दा लक्षणहरू (Similar Symptoms):

भान्तामा बोरॉन बढी हुँदाको लक्षण म्याग्नेसियम बढी हुँदाको लक्षणसंग मिल्दोजुल्दो हुन्छ । किनभने दुवैमा पातको नशाहरूतिर खैरो दागहरू देखाउँछ । फरक यति नै छ कि बोरॉन बढी हुँदा लक्षण पातको किनारामा बढी देखाउँछ ।

भटमासमा बोरॉन बढी हुँदाको लक्षण रासायनिक मलले गर्ने क्षति र पात उड्ने (Leaf burn) संग मिल्दोजुल्दो हुन्छ ।

राई (Rye) घासमा बोरॉन बढी हुँदाको लक्षण फलाम कमी हुँदाको लक्षणसंग मिल्दो हुन्छ । किनभने शुरुको अवस्थामा पात पहेँलो हुन्छ र अनि यो पछि आफै ठीक हुन्छ । फलामको कमी हुँदा पातको तलबाट पहेँलो हुन शुरु गर्छ भने अर्कोतिर बोरॉन बढी हुँदाको अवस्थामा पातको दुप्पोमा पहेँलो सेतो देखापर्छ र पातको तल (Base) हरियो नै रहन्छ ।

गोलभेंडामा बोरॉन बढी हुँदाको लक्षण पाइरेनोकाईटा (Pyrenochaeta) ले गर्दा लाग्ने ब्राउन रूट रट (Brown root rot) लाग्दाको जस्तै हुन्छ । तर दुवै लक्षणहरूलाई छुट्टयाउन सजिलो छ । रोग लागेको अवस्थामा जराको शाखा हाँगाहरू खैरो हुनुको साथै कुहिनछ, मोटो जराहरू (Thick lateral roots) र मुख्य जरा (Tap root) मा काठ जस्तो कडा (Suberization) हुनुको साथै बाहिरी बोक्राको सतहमा (Surface of epidermis) मा धेरै चिराहरू देखापर्छ । बोरॉन बढी हुँदाको लक्षणमा जराको संख्या कम हुन्छ र कहिने पनि हुँदैन ।

धानमा बोरॉन बढी हुँदाको अवस्थामा पातको दुप्पो र किनारा खैरा हुने, सुक्ने र ठूलो दागहरू देखाउँछ । यो लक्षण पातमा खैरो दाग (Brown leaf spot) अथवा सरकसपोरा लिफ स्पट (Cercospora leaf spot) संग मिल्दो हुन्छ तर बोरॉन बढी हुँदा दागहरू (Spots) धेरैजसो पातको किनारामा हुन्छ । यसैले यिनीहरूलाई छुट्टयाउन सजिलो छ ।



गुलाफमा बोरॉन बढीको लक्षण: नयाँ पालुवाको तल्लो पातको किनारा पहेँलिनै (पोटास कमीमा जस्तै) र नशाहरूमा पहेँला योन्लाहरू देखा पर्दछन् । फलका पक्कनहरू गाढा खैराँगमा परिणत भै सक्ने गर्दछन् । (सिन्जोका कृषि अनुसन्धान केन्द्रका सिता योशिहिराबाट प्राप्त फोटो)

### रोकथामका उपायहरू (Measures to meet Excess):

यदि तरकारी बाली खेती गरिएको छ भने क्षारीय वस्तुहरू जस्तै: चून (Hydrated lime) अथवा डोलोमाईट धुलो (Dolomite powder) तरकारी बालीको नजिक प्रयोग गर्न सिफारीस गरिन्छ र अनि माटोमा राम्ररी मिलाउनु पर्छ, जस्तै गर्दा माटोको पि.एच. बढाउन सहयोग गर्छ । जब खेती गर्न सकिन्छ तब सिँचाई गर्न सिफारीस गरिन्छ जस्तै गर्दा माटोको पि.एच. बढ्न जान्छ । सायद तरकारी बालीहरू जून बोरॉन सहनशक्ति बढी भएका बालीहरू खेती गर्न आवश्यक हुन्छ ।

### बोरॉन जाँच गर्ने सरल तरिका (Easy test for Boron):

बोरॉनको जाँच गर्न त्यत्ति सजिलो छैन । एजोमिथिन एच (Azomethine H) तरिका माटो जाँचको लागि मात्रै उपयोगी छ भने विरुवा विश्लेषण (Plant analysis) को लागि उपयोगी छैन । यस्का साथै यो तरिका यदि माटोमा बढी मात्रामा बोरॉन भएमा मात्र सजिलो छ तर यदि माटोमा बोरॉनको मात्रा कम छ भने यस्को रङ्गलाई तुलना गर्न सजिलो हुँदैन ।

यो तरिकाको मुख्य कुरा यो छ कि यसमा कडा सल्फ्यूरिक एसिड (Conc. sulphuric acid) को आवश्यक पर्दैन, जुन कि कारमिनिक एसिड तरिका (Carminic acid method) अथवा क्वीनालिजरीन तरिका (Quinalizarin method) मा आवश्यक पर्दछ । यस्मा कुरकुमिन तरिका (Curcumin method) मा जस्तो तताउनु जरूरी छैन र कुरकुमिन तरिकामा जस्तो नाईट्रेटले अवरोध पनि पुऱ्याउँदैन । यी कारणहरूले गर्दा यो तरिका अरु तरिका भन्दा राम्रो मानिन्छ । किनकी यो सरल छ, शरिरलाई खतरा कम छ र विश्वासीय छ ।

### आवश्यक रिएजेन्ट (Necessary Reagent):

यो परीक्षणको लागि तीन किसिमका रसायनहरूको आवश्यक पर्छ ।

#### १. बफर सोलुसन (Buffer solution):

५० ग्राम एमोनियम एसिटेटलाई पानीमा घोल्ने र १०० मि.लि.को आयतन बनाउने । यसमा करीब १६ मि.लि. जति पातल्याइएको (१:५) सल्फ्यूरिक एसिड (1:5 diluted concentrated sulphuric acid) थप्ने र पि.एच. ५.२ मा मिलाउने । यदि पि.एच. ५.२ भन्दा कम भएमा रङ्गको विकास धेरै कम हुन्छ । यदि पि.एच. ५.२ भन्दा केही माथि भएमा त्यति समस्या पर्दैन ।

#### २. ई.डि.टि.ए. घोल (EDTA Solution):

इथिलिन डिअमिनी टेट्राएसिटिक एसिड (Ethylene diaminetetracetic acid) ३.७२ ग्राम पानीमा घोल्ने र १०० मि.ली. आयतन बनाउने ।

### ३. एजोमिथिन एच घोल (Azomethine H solution):

०.५ ग्राम एजोमिथिन एच (Azomethine H) र ०.५ ग्राम एस्कर्विक एसिड (Ascorbic acid) मा पानी थप्ने र तापको सहायताले घुलाउने। चिसो भएपछि यस्ताई २५ मि.ली.को आयतन बनाउने। एजोमिथिन एच लाई तताउँदा पिसो गन्ध (Irritant smell) आउँछ। घुलाउँदा तापक्रम करीब ५०°C मा राखिन्छ।

पहिलो र दोस्रो रसायनलाई धेरै समयसम्म राख्न सकिन्छ तर तेस्रो रसायनलाई चिसो अँध्यारो ठाउँमा एक महिनासम्म राख्न सकिन्छ। धेरै कितावहरूमा के लेखिएको छ भने यो तेस्रो रसायनलाई विश्लेषण गर्नु अगाडी मात्रै तयार गर्नु आवश्यक हुन्छ। किनभने यो रसायन धेरै चाँडै नै परिवर्तन हुन्छ। तर चिसो र अँध्यारो ठाउँमा राखेमा २/३ दिनसम्म प्रयोग गर्न सकिन्छ र यदि एजोमिथिन एच (Azomethine H) लाई सुरक्षित राख्दा चोक्राहरु (Precipitate) देखा परेमा यस्ताई घोलेर मात्रै प्रयोग गर्न सिफारीस गरिन्छ।

#### जाँच गर्ने तरिका (How to test):

यो तरीकामा बोरोन पत्ता लगाउने संवेदनशिलता कम (Low detect-sensitive) हुन्छ। यसैले अनि माटोबाट पानीको माध्यमबाट (Water extract) मा आयतनको हिसाबले निस्सारण गर्दा यसले माटोमा बोरोन बढी छ वा छैन मात्रै देखाउँछ। बोरोन कमी पत्ता लगाउनको लागि १०% को सोडियम एसिटेट, पि.एच. ५.२ (Sodium acetate) को घोलबाट आयतनको हिसाबले माटोबाट निस्सारण (Extraction) गर्नु पर्दछ। अर्को तरीकामा तातो पानीबाट माटो र पानीको अनुपात १:२ बाट निस्सारण गरेर गरिन्छ।

चट्टानहरु जस्तै: माइका (Mica) अथवा टुरमालिन (Tourmaline) हरूमा भएको सबै बोरोन बिरुवालाई प्राप्य हुँदैन। बोरोन जुन क्याल्सियम, सोडियम र केही प्राङ्गारिक पदार्थसँग जोडिएर रहेको हुन्छ। तिनीहरु मात्र बिरुवाको लागि प्राप्त हुन्छ। बिरुवालाई प्राप्य हुने बोरोनको जाँचको लागि तातो पानीबाट निस्सारण (Hot water extraction) गर्ने तरिका सबै भन्दा बढी उपयोगी हुने विश्वास गरिन्छ। तर यस्का साथै यस्को पनि केही कमजोरी पक्षलाई पछि व्याख्या गरिन्छ। अनि, हालै नुनबाट निस्सारण (Salt-extraction) गर्ने तरिका (Morgan method) फ्लोरिडा (Florida) मा अपनाइयो र त्यस्तै गरेर अरु ठाउँमा पनि। यसका लेखकले यो पनि विचार गरेका छन् कि मोरगान सलुसन (Morgan solution), जस्को कडापना १०% को सोडियम एसिटेट हुन्छ र पि.एच. ५.२ भएकोले निस्सारण गर्दा बोरोन विश्लेषण सजिलो हुन्छ। तर यस तरीकाबाट बोरोनको जाँच गर्दा बोरोन छुट्टयाउने आधार धेरै गाह्रो छ किनभने यस्मा धेरै प्रयोगात्मक अध्ययनहरु छैन। तातो पानीबाट निस्सारण (Extraction) गरेको भन्दा मोरगान सलुसन (Morgan solution) बाट निस्सारण गरेको नतिजामा केही बढी देखाउँछ। यसमा तरीका यो छ कि २ मि.ली. निस्सारित भोल (Extracted solution) मा पहिलो रसायन ४ थोपा, दोस्रो रसायन १० थोपा र तेस्रो रसायन ४ थोपा हाल्नु पर्दछ।

यदि निस्सारण १०% को सोडियम एसिटेट (Sodium acetate) ले गरेको छ भने पहिलो रसायन हटाउन सकिन्छ। दोस्रो रसायनको प्रयोगले अरु तत्वहरुले गर्ने अवरोधलाई घटाउँछ अनि रसायनको प्रयोग गर्दा पनि त्यति ठीक मात्रामा प्रयोग गर्नु आवश्यक छैन। यहाँ यो विचार गरिन्छ कि १० थोपा करीब ०.५ मि.ली. हुन्छ। तेस्रो रसायनको प्रयोग गर्दा एकदमै ठीक मात्रामा प्रयोग गर्नु पर्दछ। एक थोपा मात्रा बढी प्रयोग भएमा रङ्गको गाढापना फरक पर्छ। एजोमिथिन एच (Azomethine H) बढी प्रयोग भयो भने रङ्गको गाढापन बढ्दै जान्छ। अनि रसायनको प्रयोग गर्दा पनि सबै नमूनामा एउटै मात्रामा प्रयोग गर्नु पर्छ। एस्कर्विक एसिड (Ascorbic acid) को काम रङ्गको विकास गराउने हो। रङ्गको विकास सबैभन्दा बढी १ देखि २ घण्टा पछि आउँछ र यो अर्को दिनसम्म रहन्छ। तर यो एस्कर्विक एसिडमा भर पर्छ।

यो तरीकाको कमजोरी पक्ष के छ भने रङ्गको तुलना गर्नुभन्दा पहिले १ देखि २ घण्टा लाग्छ। यस्ताई तताएर अथवा चिसाएर समयलाई छोट्याउन सकिदैन। असामान्य माटोमा बोरोन बढी छ वा छैन भनेर जाँच १० मिनेटमा नै सम्भव हुन्छ। घोललाई राम्रोसँग १/२ मिनेट चलाउने र त्यसैले बेला यस्ताई साधारण माटोसँग तुलना गर्ने। तर रङ्गको गाढापन फिक्का हुन्छ।

रङ्गिन पानामा रङ्गको तालिका १ घण्टा पछिको दिइएको हुन्छ। रङ्गको तालिकामा रङ्गको गाढापन जाँच्दा टेष्टट्यूबको पछाडी सेतो कागज राखेर दाँजे सिफारीस गरिएको छ।

यसका साथै ब्लाङ्क (Blank) को रङ्ग पनि त्यही नै समयमा जाँच्नु पर्दछ। किनभने यो फिक्का पहेंलो हुन्छ। बोरोनको जाँच गर्दा नरम शिशा (Soft glass) अथवा पोलिइथिलिन (Polyethylene) भाँडाहरु प्रयोग गर्न सुझाव दिइन्छ। किनभने कडा शिशा (Hard glass) का भाँडाहरुबाट केही मात्रामा बोरोन आउँछ। तर एजोमिथिन एच (Azomethine H) को तरीकाको संवेदनशिलता कम छ। त्यसैले कडा शिशा (Hard glass) को प्रभाव कम हुन्छ। त्यसैले ब्लाङ्क टेस्ट (Blank test) सधैं प्रयोग गरेमा हार्ड ग्लासको प्रयोग गरे तापनि त्यति समस्या पर्दैन।

जब निस्सारित भोलको पि.एच. ४ देखि १० सम्म एमा पि.एच.ले रङ्गको विकासमा प्रभाव पार्दैन। किनभने यस्मा वफर सलुशन (Buffer solution) को प्रयोग गरेको हुन्छ। रङ्गको गाढापना पनि पानीको प्रयोग अथवा सोडियम एसिटेट सलुशनको प्रयोग गरी निस्सारण गरेको भए तापनि एउटै किसिमको हुन्छ र एउटै रङ्गिन तालिका (Same color chart) प्रयोग गर्न पनि समस्या छैन।

माटोबाट तातो पानीद्वारा निस्सारण गरिएकोमा धेरैजसो सेतो रङ्गको पदार्थ (White-colored muddiness) अथवा फहलो रङ्ग देखा पर्छ। यो प्रक्रिया पानीबाट निस्सारण गर्नेमा सामान्य हुन्छ। बढी पि.एच. भएको अम्लिय माटो र कम प्राङ्गारिक पदार्थ भएको माटोमा सेतो रङ्गको पदार्थ आउँछ। यस्तो अवस्थामा सफा घोल लिनको लागि ६००० आर.पि.एम. (6000 rpm) मा ५ मिनेटसम्म सेन्ट्रिफ्यूज (Centrifuge) गर्नुपर्दछ।

निस्सारण गर्दा खेरीको पहेंलोपनाले गलत नतीजा निकाल्न सक्छ। किनभने पहेंलो रङ्गले गर्दा एजोमिथिन एच (Azomethine H) र बोरोनको रासायनिक प्रतिक्रिया भएर निस्केको जस्तो देखिन्छ। यस्तो अवस्थामा माटो र पानीको घोलमा अथवा पानीको निस्सारणमा क्रियाशिल कार्बन (Activated carbon) राखेर २ देखि ३ मिनेटसम्म चलाउनु पर्दछ।

विचार गर्नुपर्ने कुरा यो छ कि यदि क्रियाशिल कार्बन (Activated carbon) बढी मात्रामा प्रयोग गरेमा पहेंलो पदार्थ मात्रै होइन कि यसले केही मात्रामा बोरोन पनि सोसेर लिन्छ। त्यसैले क्रियाशिल कार्बन (Activated carbon) को मात्रा ५० ग्राम जति सुकेको माटोमा १ ग्राम भन्दा कमको दरले प्रयोग गर्नुपर्दछ। अर्को विचार गर्नुपर्ने कुरा यो छ कि क्रियाशिल कार्बन (Activated carbon) को प्रयोग गर्दा धेरै मसिनो धुलो (फिल्टर पेपरबाट छिर्न सक्दछ) लाई प्रयोग गर्नु हुँदैन।

क्रियाशिल कार्बन (Activated carbon) ले एजोमिथिन एच (Azomethine H) र बोरोनको रासायनिक प्रतिक्रिया हुँदा निस्कने पदार्थलाई सोस्ने गर्छ। त्यस्तो अवस्थामा रङ्गको गाढापना घटाई दिन्छ। कार्बन धुलो होस् अथवा दानादार यसले फरक पाउँदैन। तर यस्ताई तल भनिएको अनुसारले तयार गर्नु पर्दछ। सर्वप्रथम क्रियाशिल कार्बन (Activated carbon) लाई पातल्याइएको हाईड्रोक्लोरिक एसिड (1 to 2 diluted hydrochloric acid) मा करीब १० मिनेट उमाल्नु पर्छ। अनि सो कार्बनलाई डिस्टिल पानी (Distilled Water) ले पखाल्ने र माथिल्लो मसिनो धुलोलाई तय्याउने। यो प्रक्रिया धेरै पल्ट दोहोर्‍याउनु पर्छ। अन्तमा कार्बनलाई खसो फिल्टर पेपर (Coarse filter paper) जस्तै ह्वाटम्यान नं. २ (Whatman No. 2) मा राखेर छान्नु पर्छ जस्तै गर्दा मसिनो धुलोहरु छुटिन्छ र बाँकी भएकोलाई सुकाएर प्रयोग गर्न सकिन्छ।

### पहिचान गर्ने मापदण्ड (Standard for diagnosis):

तरकारी बालीमा साधारणतया बोरोन कमीको लक्षण जब एक के.जी. माटोमा तातो पानीमा घुल्ने बोरोनको मात्रा ०.५ मि.ग्रा. भन्दा कम हुन्छ, तब देखा पर्छ। यदि ०.३ मि.ग्रा. भन्दा कम भएमा लक्षण भन्न कडा हुन्छ।

जब परीक्षण गरेको घोलमा बोरोनको मात्रा ०.५ पि.पि.एम. भन्दा कम हुन्छ, तब यस्ताई खाली आँखाको सहायताले ब्लाङ्क (Blank) सँग छुट्टयाउन गाह्रो हुन्छ। यस पानाको देखाइएको भै तातो पानीमा घुल्ने बोरोन (Hot water soluble boron) को मात्रा + देखाएमा बोरोन कमीको दायरा (Deficiency range) मा पर्दैन। माटोमा बोटाबिरुवालाई प्राप्त हुने बोरोनको मात्रा निकाल्दा जस्तै + को मात्रा भन्नु ३ पि.पि.एम. हुन्छ। जब माटोमा चिस्यानको मात्रा २५% हुन्छ बोरोनको मात्रा बढी हुन्छ। साधारणतया जल खेती (Hydroponics) गर्दा बोरोनको मात्रा १ पि.पि.एम. उपयुक्त हुन्छ। अनि रङ्गबाट पहिचान गर्नु उपयोगी हुन्छ। किनकी ब्लाङ्क (Blank) को जस्तै: रङ्ग भएमा त्यस्तो माटोमा बोरोनको कमी हुन सक्छ।

यसका साथै स्पेक्ट्रोफोटोमिटर (Spectrophotometer) को प्रयोग गरेर ४१५ नानोमिटर (415 nm) को वेभलेन्थ (Wavelength) मा रङ्गको कडापना जाँच गर्दा ०.१ पि.पि.एम.सम्मको बोरोन जाँचन सकिन्छ। तैपनि ०.०५ पि.पि.एम. जाँच गर्न असम्भव चाहिँ होइन। किनकी बोरोन कमीको ठीक पहिचान गर्न सकिन्छ।

तैपनि यहाँ दिइएको परीक्षण गर्ने तरीका सजिलो तरीका हो। यसबाट निकालिएको नतिजा ठीकसँग स्पेक्ट्रो फोटो मिटरको प्रयोग गरेर निकालिएको नतिजासँग करीब मिल्दो हुन्छ।

माटोमा बोरोनको मात्रा निर्धारण, तालिका:

| रङ्ग सघनता                              |   | +        | ++       | +++      | ++++     | +++++ |
|---|---|----------|----------|----------|----------|-------|
| सिफारीस तरीका (१:५ अनुपातबाट निस्सारित) | परीक्षण भोलमा पि.पि.एम.                   | ०.५      | २        | ५        | १०       | ५०    |
|   | सुख्खा माटोमा पि.पि.एम. (मि.ग्रा./के.जी.) | २.५      | १०       | २५       | ५०       | २५०   |
|   | माटोको घोलमा पि.पि.एम.                    | ७.५      | ३०       | ७५       | १५०      | ७५०   |
|   | वर्गीकरण                                  | पर्याप्त | धेरै     | अति धेरै |          |       |
| तातो पानीद्वारा निस्सारित* (१:२ अनुपात) | परीक्षण भोलमा पि.पि.एम.                   | ०.५      | २        | ५        | १०       | ५०    |
|   | सुख्खा माटोमा पि.पि.एम. (मि.ग्रा./के.जी.) | १        | ४        | १०       | २०       | १००   |
|   | माटोको घोलमा पि.पि.एम.                    | ३        | १२       | ३०       | ६०       | ३००   |
|   | वर्गीकरण                                  | पर्याप्त | केही बढी | धेरै     | अति धेरै |       |

\* ५० ग्राम सुख्खा माटोलाई उमालिएको पानीमा ५ मिनेट रहन दिने, फिल्टर गर्ने र विश्लेषण गर्ने।



# मैगनिज (Manganese)

## मैगनिजको कमी (Manganese Deficiency):

### कमीको लक्षण (Deficiency Symptoms):

मैगनिज कमीको लक्षणहरु धेरै बोट विरुवाहरुमा देख्न सकिन्छ, तर यी लक्षणहरु जिक र फलामको कमीले गर्दा देखिने लक्षणहरु सित भिन्दा जुनदो भएकोले सजिलो सित छुट्याउन सकिदैन र अल्मलिन सकिन्छ।

मैगनिज सजिलोसित बोटविरुवामा परिवहन (Translocation) हुन नसक्ने एउटा तत्व भएको कारणले गर्दा यसको कमीको लक्षणहरु (पातमा नशाको बीचको भाग पहेलिन) साधारणतः माथिको नयाँ पातमा देखिन्छ। तर माध्यम (माटो/पानी) बाट मैगनिजको आपूर्ति रोकिएमा यसको कमीको लक्षणहरु पुरानो पातमा पनि देख्न सकिन्छ। किनकी यस्तो अवस्थामा मैगनिज तत्वको पुरानो पातबाट माथिको नयाँ पातमा परिवहन भएर जान्छ।

मैगनिज बोट विरुवामा स्वतन्त्र आयनको रूपमा वा पाचन रससँग (Enzyme bound) अथवा कोशिका झिल्लीसँग (Cell membrane bound) मिलेर बसेको रूपमा हुन्छ। करीव ५० प्रतिशत मैगनिज हरितकणमा नै हुन्छ र यसको कमीको लक्षण पातको नशाहरु बीचको भाग पहेलिन (Inter veinal Chlorosis) को रूपमा देखिन्छ। मैगनिज तत्व कमी भएको बोटविरुवामा हरितकणको (Chloroplast) को घेरा (Lamella) भत्किन र भित्रको ग्रानाको संख्या घट्नु जस्ता लक्षणहरु देखिन्छ। किनकी मैगनिज बोट विरुवामा प्रकाश संश्लेषण (Photosynthesis) को लागि अक्सिजन उपलब्ध गराउनु मात्र नभएर हरितकणको संरचनाको निर्माण (Formation of lamella structure) पनि गर्छ यसको अलावा मैगनिज धेरै किसिमको जैविक क्रिया सम्पादनमा सहयोग गर्छ। जस्तै RNA संश्लेषण।

बोटविरुवामा मैगनिजको कमीले गर्दा वृद्धि बिन्दु (Growing point) लाई अवरुद्ध गर्दैन साथै यसको कमीको लक्षणहरु खेतवारीमा लगाइएको तरकारी बालीमा त्यति व्यापक रूपमा देखिदैन। गोलभेंडामा यसको कमीको लक्षण धेरै कम देखिन्छ। लक्षण देखिएमा नशा बीच-बीचको पातको भाग पहेलिन्छ तर नशाहरु र नशा छेउको भागहरु हरियो नै हुन्छ र यस प्रकारको लक्षण पातको टुप्पाबाट शुरु हुन्छ। बोटविरुवाको वृद्धिको साथै यस्ता कमीको लक्षणमा सुधार पनि हुन सक्छ।

जापानको ज्वालामुखी प्रभावित क्षेत्र (Volcanic ashes area) मा जौ, गहुँ, आदि बालीहरुमा मैगनिज तत्व कमीको समस्या, पुरानो समस्याको रूपमा देखिएको छ। यी बालीहरुमा जौ बालीमा मैगनिज तत्व कमीको लक्षण गहुँको तुलनामा सजिलै देख्न सकिन्छ। पुरानो पातको नशा बीच-बीचको भाग पहिले पहेलिन (Inter-veinal chlorosis) र पछि खैरा-खैरो हुँदै प्रभावित भाग मर्नु (Necrosis) को साथै पात नरम हुन्छ र सजिलै फुट्छ। समस्या पहिचान हुनु भन्दा पहिले यसलाई खैरो धर्के पाण्डुरता (Brown streaked chlorosis) भन्ने गरेको थियो।

मैगनिज तत्वको कमीले गर्दा अंगुरको एउटै भुष्पोमा पनि दाना एकरूपले नपाक्नु जस्ता लक्षण देख्न सकिन्छ।

Gibberellin बाट उपचार गरिएको अंगुरबोटको एउटै भुष्पोमा दानाहरु एकरूपले नपाक्ने जस्ता समस्या देखिएको थियो र उक्त समस्यालाई पातमा मैगनिज छरेर निदान गरियो। यसप्रकार यस्ता समस्या मैगनिजको कमीले हुन सक्ने भन्ने निस्क्यौल निकालेको हो। उक्त समस्या अब पनि समाधान भई सकेको छैन।

जैमा खैरो धब्बा, चुकन्दरको पहेलोपना केराउको पातको धब्बा (Grey spot symptom of Oat, Yellowing of sugar beet / leaf spot symptom of Pea) को कारण बारे पहिले प्रष्ट जानकारी नभए पनि यी समस्याहरु मैगनिजको कमीले गर्दा हुन्छ भन्ने कुरा प्रष्ट भई सकेको छ।

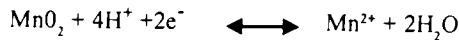
### कमी हुने कारणहरु (Causes of manganese deficiency)

- माटोमा प्रसस्त मैगनिज भएको अवस्थामा:

परमाण्विक संरचना अन्तर्गत मैगनिजको M घेराको 3d उपघेरामा भएको ५ इलेक्ट्रोन आयन र N घेराको ४s उपघेरामा भएको २ इलेक्ट्रोन आयनको आयनिक शक्ति (Ionization energy) कम हुन्छ र यसको (मैगनिज) को सम्भावित आक्सिकरण संख्या (Oxidation number) +७ देखि +२ हुन सक्छ। तर माटो अथवा बोटविरुवामा मैगनिज साधारणतः  $Mn^{2+}$  वा  $Mn^{4+}$  को रूपमा नै पाइन्छ।  $Mn^{3+}$  अस्थिर भएकोले पानी सित प्रतिक्रिया गरेर  $Mn^{2+}$  र  $Mn^{4+}$  को रूपमा परिवर्तित हुन्छ। माटोको पि.एच. र आक्सीकरण विघटन कुशलता (Oxidation-reduction potential) ले गर्दा माटोमा  $Mn^{2+}$  र  $Mn^{4+}$  को अनुपात परिवर्तनशिल हुन्छ।



कुराउमा मैगनिज कमीको लक्षण: हरियो नशाको बीच भाग पहेलिन्छ। धेरै कम भएको छण्डमा पहेलिएको भाग मर्छ।  
(दुयोगी कृषि केन्द्रका इन्क्रेडा युकिहोरोबाट प्राप्त फोटो)



अम्लिय माटो जसको पि.एच. कम हुन्छ र जहाँ  $\text{H}^+$  आयनको अधिकता हुन्छ, मैगानिजको  $\text{Mn}^{2+}$  प्रभुत्व (Predominancy) हुन्छ। यस प्रकारको सम्बन्धमा माटोको पि.एच. को १ (एक) ईकाई कम हुँदा माटोमा  $\text{Mn}^{2+}$  १०० गुणाले बढ्छ र यसको फलस्वरूप माटोमा आक्सीकरण विघटन कुशलता पनि घट्छ। क्षारीय माटो जहाँ माटोको पि.एच. उच्च हुन्छ र माटोमा आक्सीकरण विघटन कुशलता पनि बढी हुन्छ। प्रतिक्रिया स्वरूप माटोमा अधुलनशिल  $\text{MnO}_2$  को प्रभुत्व हुन्छ जसले गर्दा त्यहाँ लगाइएको बोट बिरुवामा मैगानिजको कमीको लक्षण सजिलै देख्न सकिन्छ।

माथिका उल्लेखित प्रतिक्रिया अथवा भनौ  $\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}^{4+}$  को अनुपातको परिवर्तनशिलता शूक्ष्म जिवाणुहरूको क्रियाकलापमा भर परेको हुन्छ। अतः शूक्ष्म जिवाणु रहित (Sterilized) माटोमा  $\text{Mn}^{2+}$  र  $\text{Mn}^{4+}$  को वरावरीकरण (Equilibrium) बहुत ढीलो हुन्छ, जबकि प्रांगारिक पदार्थयुक्त माटोमा छिटो र सहज हुन्छ।

अक्सिजनको उपलब्धता भएपनि शूक्ष्म जिवाणु रहित अवस्थामा  $\text{Mn}^{2+}$  अक्सिकरण (Oxidized) हुँदैन, पि.एच. अम्लीय वा तटस्थ किन नहोस्। धेरै किसिमको जिवाणुहरू भएर पनि  $\text{Mn}^{2+}$  अक्सिकरण हुँदैन किनकी  $\text{Mn}^{4+}$  अक्सिकरणको लागि धेरै किसिमको व्याक्टेरियाको भूमिका भए पनि एउटै किसिमको स्वपोषित (Autotrophic) शूक्ष्म जिवाणु जानकारीमा आएको छ जसले आक्सीकरण प्रक्रियाबाट उर्जा प्राप्त गर्छ, बाँकी धेरैजसो शूक्ष्म जिवाणुहरू परपोषित (Heterotrophic) हुन्छन्।

क्षारीय माटोमा शूक्ष्म जिवाणुको अनुपस्थितिमा पनि  $\text{Mn}^{2+}$  सजिलै आक्सीकृत हुन्छ। जस्तो कि प्रयोगशालामा अवलोकन गरेर पनि थाहा हुन्छ।  $\text{Mn}^{2+}$  को घोल (Solution) बाट सेतो रंगको मैगानिज हाइड्रोक्साइड  $[\text{Mn}(\text{OH})_2]$  को अवक्षेपण (Precipitation) प्राप्त हुन्छ। प्राप्त अवक्षेपणमा क्षारीय रसायन जस्तै अमोनिया पानी (Ammonia water) अथवा सोडियम हाइड्रोक्साइड (Sodium Hydroxide Solution) मिसाउँदा अवक्षेपण हावाबाट आक्सीजन प्राप्त गरेर आक्सीकृत हुन्छ र विस्तारै सेतोबाट खैरो हुँदै जान्छ र अधुलनशिल (Insoluble) मैगानिज हाइड्रोक्साइड  $[\text{Mn}(\text{OH})_2]$  अथवा मैगानिज अक्साइड हाइड्रोक्साइड  $[\text{MnO}(\text{OH})_2]$  मा परिवर्तन हुन्छ। यस प्रकार के देखिन्छ भने माटोमा अत्याधिक क्षारीय रसायनको प्रयोग गर्दा पनि बोट बिरुवामा मैगानिज तत्व कमीको लक्षण देखिने सम्भावना बढ्छ।

#### • माटोमा कम मैगानिज भएको अवस्थामा:

खाद्यतत्व रिक्तिदै गएको धान खेत (Element depleted paddy field): बलौटे माटो, चिम्टाइलो कण (Clay) कम भएको र गेगर (Gravel) बढी भएको माटो खास गरेर जापानको Kinki / Chugoku क्षेत्रमा भएका धानखेतलाई Element depleted paddy field भन्ने नामाकरण गरिएको छ। यस्तो जग्गामा धानबाली लगाउँदा शुरुमा त धानबालीको वृद्धि विकास राम्रो हुन्छ, तर बाली विकासको मध्य अवस्थातिर तलको पातमा खैरो थोप्ला (Brown spot) र टुप्पो सुक्दै जाने (Dying back) जस्ता लक्षणहरू देखिन्छ। साथै उत्पादनमा ह्रास भएको पाइएको छ। यस्ता किसिमको जग्गा तरकारी खेतीको लागि प्रयोगमा ल्याउँदा त्यहाँ लगाइएको तरकारी बालीमा मैगानिज कमीको लक्षण देख्न सकिन्छ। उक्त जग्गाको माटो प्रोफाइल अध्ययन गर्दा माथिको खनजोत हुने तह (Plow layer) बाट फलाम र मैगानिज चुहिएर (Leaching) तल जाने गरेकोले माथिको माटोको तह फुस्रो/खैरो (Grayish color) भएको देखिन्छ। जापानको Kinki र Chugoku क्षेत्रमा देखिने खनजोत तहमा फुस्रो रंग पैतृक पदार्थ (Parent material) को कारणले पनि भएको कुरा प्रतिवेदनहरूबाट जानकारीमा आएको छ। त्यस क्षेत्रमा पाइने पैतृक पदार्थमा रंगभएको खनिजहरूको कमी छ, जब कि कैल्सियमयुक्त खनिजहरू बढी मात्रामा पाइएको छ। तर पनि माथिल्लो तहबाट फलाम र मैगानिज चुहिएर तलको तहमा जानु नै माथिल्लो तहको फुस्रो रंगको मुख्य कारणको रूपमा लिइएको छ। साधारणतया धान खेतमा स्वतन्त्र फलामको आक्साइड (Free Iron Oxide) ०.८ देखि १.५% पाइन्छ, जबकि खाद्यतत्व कम हुँदै कम हुँदै गएको धान खेतमा यसको मात्रा ०.२ देखि ०.५% मात्र पाइएको छ। यसै प्रकारले घटित मैगानिज (Reduced manganese) क्रमशः १०० पि.पि.एम. भन्दा बढी र ५० पि.पि.एम. भन्दा कम पाइएको छ। खनजोत तह (Plow layer) बाट फलाम चुहिएर तलको माटो (Sub-soil) मा थुप्रिन्छ र आक्सीकृत भई फलाम आक्साइडयुक्त खैरो-रातो तह बनाउँछ र रातो तहको तल मैगानिजको खैरो-कालो मसिना गेगरहरू (Concretion) देख्न सकिन्छ। यस्तो हुनको खास कारण के छ भने  $\text{Mn}^{4+}$   $\text{Fe}^{3+}$  को तुलनामा ज्यादै सजिलोसित घटित (Reduced) हुन्छ, जबकि  $\text{Fe}^{2+}$   $\text{Mn}^{2+}$  को तुलनामा सजिलैसित घटित हुन्छ। जापानको Osaka अन्तर्गत Minami Kawachi भन्ने ठाउँ एउटा Element depleted paddy field क्षेत्र हो जहाँ मैगानिजको कमीले भण्टा बाली र काँको पहेलिने लक्षण प्रष्ट देख्न सकिन्छ।

#### • अक्सीकरण विघटन कुशलता तथा प्रकाश संश्लेषण सम्बन्धी मैगानिजको कार्य (Function of Manganese on Photosynthesis and Oxidation reduction Potential):

अरु परिवर्तनशिल तत्वहरू (Transition elements) फलाम, तामा र जस्ता जस्तै: मैगानिजको पनि अत्याधिक आक्सीकरण विघटन कुशलता हुन्छ। आक्सीजन प्रशस्त भएको अवस्थामा पनि यसले अरु रासायनिक पदार्थहरूलाई आक्सीकृत गराउँछ र आफै घटित (Reduced) हुन्छ। मैगानिजको यो गुण जीव विकासमा (Evolution of life) महत्वपूर्ण मानिएको छ। बोटबिरुवाको विशेष प्रकाश संश्लेषण पद्धतिको माध्यमद्वारा जहाँ पानी एलेक्ट्रोनआयनदाता हुन्छ, जीवजगत (Biosphere) घटित अवस्थाबाट आक्सीकृत अवस्थामा परिवर्तन हुन्छ। अर्कोतिर निम्न प्रकाश संश्लेषित बैक्टेरिया (Low Photosynthesizing bacteria) हाइड्रोजन सल्फाइड, प्रांगारिक अम्ल, हाइड्रोजन ग्यास आदिलाई उपयोग गरी एलेक्ट्रोनदाताको रूपमा काम गर्दछ। पानी विघटित भई आक्सीजन उत्पन्न गर्ने बेलामा उच्च कुशलताको आक्साइड चाहिन्छ। यस्तो प्रतिक्रियामा मैगानिज आक्साइडले भूमिका खेल्दछ। यसलाई यसरी हेर्न सकिन्छ- हरितकण जसले प्रकाश उर्जा प्राप्त गर्छ, उसले एलेक्ट्रोन प्रकाश संश्लेषणको एलेक्ट्रोन Transfer पद्धतिमा पठाउँछ र आफै आक्सीकृत रूपमा हुन्छ। उक्त

आक्सीकृत रूपको हरितकण एलेक्ट्रोन मैंगानिज प्रोटीनबाट प्राप्त गर्छ र मैंगानिजलाई आक्सीकृत रूपमा पठाउँछ। आक्सीकृत रूपको मैंगानिज पानीलाई आक्सीकृत गराउँछ र आक्सीकजनको अणु (Molecule) प्राप्त हुन्छ। उल्लेखित रासायनिक प्रतिक्रियाको संयन्त्र (Mechanism) अझ पनि त्यति प्रष्ट भइसकेको छैन, जहाँ मैंगानिजको ६ वटा परमाणुहरू ४०० वटा हरितकण/प्रकाश संश्लेषित इकाईको अणुहरूसित प्रतिक्रिया गरेको हुन्छ।

### मिल्दाजुल्दा लक्षणहरू (Similar Symptoms):

अ-कार्बनिक (Inorganic) तत्वहरू कमीको कारण देखिने लक्षणहरू मध्ये, केही हदसम्म फलाम कमीको कारण देखिने लक्षण मैंगानिज कमीको कारण देखिने लक्षणसँग मिल्दाजुल्दा हुन्छन्। किनकी दुइवटैको कमीले गर्दा नयाँ पातमा पातको नशाहरू बीचको भाग पहेलिन्छ (Interveinal Chlorosis)। फरक के हुन्छ भने फलामको कमीले गर्दा देखिने लक्षण प्रभावित पात र सामान्य (Normal) पातमा प्रष्ट छुट्टिन्छ, जब कि मैंगानिज कमीको लक्षण देखाउने पात सामान्य पातसित त्यति प्रष्ट रूपले छुट्टिदैन। कहिलेकाहीँ जिनक कमीको लक्षण पनि मैंगानिज कमीको लक्षण जस्तै नै देखिन्छ तर जिनक कमीको लक्षण मुख्यतः पुरानो पातमा देखिन्छ।

### रोकथामका उपायहरू

#### (Measure to meet deficiency):

मैंगानिज कमीको परिपूर्ति हेतु माटो सुधारकको रूपमा बोरन र मैंगानिज भएको मैग्नेशियम फस्फेट अथवा मैंगानिजयुक्त मलको प्रयोग लाभदायक हुन्छ। मैंगानिज आक्साइड (MnO) २०-५० कि.ग्रा. प्रति हेक्टर सिफारीस गरिएको छ। मैंगानिज कमीको परिपूर्ति हेतु मैंगानिज सल्फेट २०० कि.ग्रा. प्रति हेक्टरको दरले प्रयोग गर्दा पनि लाभप्रद नै हुन्छ, तर पानीमा घुलनशिल मैंगानिजको तुलनामा सिट्रिक अम्लमा घुलनशिल मैंगानिजको प्रभाव लामो समयसम्म रहन्छ। बाली लगाइएको बेलामा साधारणतः ०.२-०.५ प्रतिशतको मैंगानिज सल्फेट भोल पातमा छर्न सकिन्छ।

खाद्यतत्व कम भएको धानखेतलाई सुधार गर्न मैंगानिजयुक्त माटो सुधारक प्रयोग गर्नुको साथै पोखरी, खोला अथवा सीम (Swamp) का माटोको प्रयोग प्रभावकारी हुन्छ। किनकी यस्तो माटोमा फलाम र मैंगानिजको साथै उपलब्ध नाइट्रोजन पनि बढी हुन्छ, जसले गर्दा बोट विरुवाको विकास राम्रो हुन्छ।

माटोमा प्रशस्त मैंगानिज भए पनि बोट विरुवामा मैंगानिज कमीको लक्षण देखिएमा माटोको पि.एच. कम गर्नु पर्दछ। यसको लागि गन्धकको धूलो (Sulfur powder) २००-३०० कि.ग्रा. प्रति हेक्टर प्रयोग गर्दा प्रभावकारी हुन्छ। तर कमीको लक्षण देखिएमा क्षारीय प्रकृतिको मलखाद प्रयोग गर्नुको सट्टा अम्लिय प्रकृतिको मलखाद जस्तै अमोनियम सल्फेट पोटाशियम सल्फेट आदिको प्रयोग श्रेयष्कर हुन्छ।

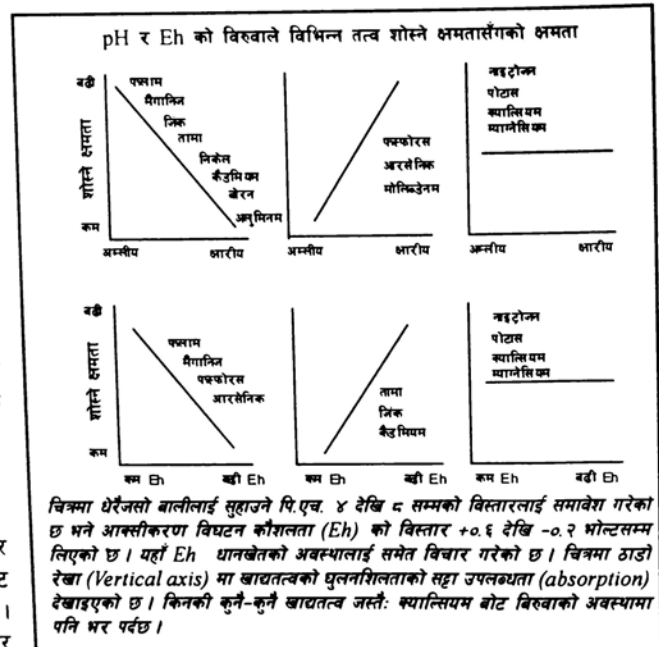
जस्तो कि माथि नै उल्लेख गरिएको छ कि आक्सिजन भए पनि विघटित वस्तुद्वारा  $Mn^{4+}$  सजिलै घुलनशिल  $Mn^{2+}$  मा विघटित हुन्छ। त्यसैले माटोमा चिस्यान भएको बेला प्रांगारिक मल प्रयोगको सिफारीस गर्न सकिन्छ। किनकी चिस्यान भएको अवस्थामा प्रांगारिक पदार्थले विघटित वस्तु बनाउँछ।

### मैंगानिजको बढी (Manganese Excess):

#### बढीका लक्षणहरू (Excess Symptoms):

मैंगानिज अत्याधिकताका तीन किसिमका लक्षणहरू हुन्छन्:

- पहिलो किसिममा खास गरेर काँका परिवारका तरकारी बालीहरू जस्तै: काँको र तरबुजामा पातका नशाहरू र पातको डाँठ (Petioles) कालो-कालो किसिमको खैरो देखिन्छ। कहिलेकाहीँ पातका मसिना रौ (Trichome) हरु पनि कालो देख्न सकिन्छ। यो लक्षण पहिले नशामा देखिन्छ र विस्तारै फैलिदै जान्छ। यस्तो मैंगानिज अत्याधिकताको लक्षण भटमासमा पनि देख्न सकिन्छ।
- दोश्रो किसिममा आलु परिवार (Solanaceae) का भाण्टा र गोलभेंडा जस्ता तरकारी बालीहरूको पातमा अव्यवस्थित साना थोप्लाहरू देखिन्छ। भुईँकाफल (Strawberry) मा पनि यस्तो मैंगानिज अत्याधिकताको लक्षण देख्न सकिन्छ। तरकारी बालीमा देखिने यी थोप्लाहरू एलेक्ट्रोन प्रोब एक्सरे माइक्रो एनालाइजर (Electron probe X-ray Micro Analyzer) बाट अध्ययन गर्दा मैंगानिज थुप्रिएको देख्न सकिन्छ।



- तेश्रो किसिममा स्पीनेच र गाँठमुला (Turnip) को नयाँ पातको छेउ पहेँलिन्छ। यस्तो लक्षण मैँगानिजको अध्याधिकताले गर्दा फलाम कमीको लक्षणको रूपमा देखिन्छ।

### बढी हुनाका कारणहरू (Causes of excess):

कारखानाहरू खास गरेर मैँगानिज कारखानाबाट प्राप्त फोहर मैला प्रयोग गर्दा तरकारी बालीहरूमा मैँगानिज अत्याधिकको लक्षण देखिन्छ, तर पनि यसका मुख्य कारणको रूपमा माटोको न्यून पि.एच. र न्यून अक्सिकरण विघटन कुशलतालाई लिन सकिन्छ।

#### • माटोको न्यून पि.एच.को कारणले मैँगानिजको अत्याधिकता:

अम्लीय माटोमा मोलिब्डेनम बाहेक अरु शूक्ष्म तत्वहरूको घुलनशीलता बढ्छ।

साधारणतः धातुहरू (Metal elements) अम्लमा सजिलै घुलनशील हुन्छन्, जबकि क्षारमा अघुलनशील हुन्छन्। मैँगानिजको यसप्रकारको आफ्नै विशेषता छ। अरु तत्वहरू जस्तै: जिंक, फलाम, तामा, निकेल, कैडमियम, बोरन, अलुमिनम आदि पनि अम्लमा घुलनशील हुन्छ। यस प्रकार आवश्यक शूक्ष्म तत्वहरू र गह्रौं धातु (Heavy Metal) को अत्याधिकता/विषालुपनाको परीक्षण पहिचान हेतु माटोको पि.एच.मापदण्ड आवश्यक हुन्छ। माटोको पि.एच. ७ भन्दा बढी भएको खण्डमा मैँगानिज अत्याधिकताको लक्षण विरलै देखिन्छ।

#### • न्यून अक्सिकरण विघटन कुशलताको अवस्थामा

उच्च आक्सीकरण विघटन कुशलता भन्नाले माटोमा आक्सीजनको प्रचुरता दर्शाउँछ भन्ने न्यून अक्सिकरण विघटन कुशलताले माटोमा आक्सीजनको कमी जनाउँछ। माटोमा अ-कार्वनिक तत्वहरूको रूप (Form of Inorganic elements) माटोको अक्सिकरण विघटन कुशलता असार फरक-फरक हुन्छ। जस्तो कि पहिले पनि उल्लेख गरेको छ कि  $Mn^{4+}$  विघटित वस्तुबाट एलेक्ट्रोन प्राप्त गरी वस्तुलाई आक्सीकृत गराउँछ र आफैँ विघटित भई  $Mn^{2+}$  को रूपमा बदलिन्छ। यस किसिमले कुनै तरकारी बालीको क्षेत्र जहाँ पानी निकासको राम्रो प्रवन्ध छैन, र प्रशस्त घटित वस्तु जस्तै कि प्रांगारिक पदार्थ छ भन्ने  $Mn^{2+}$  को अत्याधिकताले गर्दा विषालुपनाको लक्षण देख्न सकिन्छ।

साधारणतः खेतबारीमा प्रशस्त प्रांगारिक मल प्रयोग गर्नु पर्छ भन्ने भनाई छ र कृषकहरूमा पनि बढी भन्दा बढी प्रांगारिक मल प्रयोग गर्नु पर्छ भन्ने धारणा छ तर प्रांगारिक मलको प्रभावकारीता माटोको अवस्थामा भर पर्छ। त्यसैले पानीको निकास नभएको जग्गामा प्रशस्त प्रांगारिक मलको प्रयोग त्यति राम्रो हुँदैन। प्रांगारिक मल खास गरेर नपाकेको प्रांगारिक मल गल्ने (Decompose) प्रकृत्यामा माटोबाट प्रशस्त आक्सीजन लिन्छ जसले गर्दा माटोमा आक्सीजनको कमी भई बाली बिरुवामा त्यसको असर पर्न सक्छ। लेखकले खेतबारीमा विघटन प्रक्रिया अन्तर्गत उत्पन्न हुने मिथेन र हाईड्रोजन सल्फाइड ग्याँसको अनुभव गरेको छ त्यस्तो खेतबारीमा तरकारी बालीको जरा कुहिएको पनि देखियो। तर जरा कुहिनै मुख्य कारण मैँगानिजको अत्याधिकता थिएन, जब कि माटो र तरकारी बालीमा अप्रत्यासित रूपमा धेरै मैँगानिज पाइएको थियो। त्यहाँ जरा कुहिनै खास कारण माटोमा आक्सीजनको कमी नै थियो। यसकारणले चिम्टाइलो माटो जहाँ पानीको निकास छैन, त्यहाँ प्रशस्त प्रांगारिक मल राख्न उपयुक्त हुँदैन। किनकी प्रांगारिक मल बेकारमा माटोबाट आक्सीजन खाई दिन्छ।

#### • माटोको अक्सिकरण विघटन कुशलताको मापन [Measurement of Oxidation-Reduction Potential (Eh) of Soil]:

आक्सीजन-विघटन प्रतिक्रिया र Eh बीचको सम्बन्ध

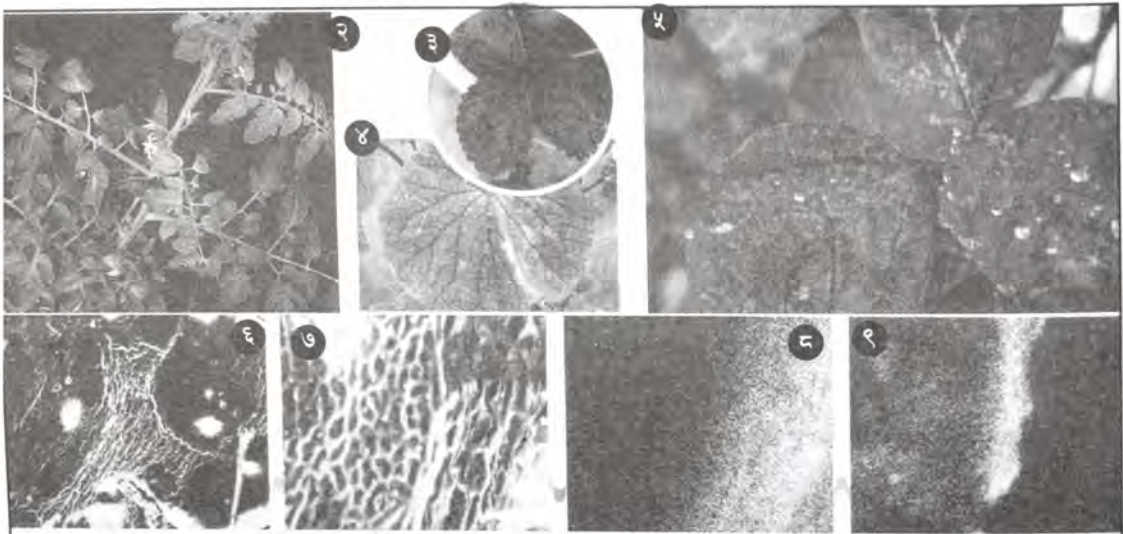
| आक्सीकरण-विघटन प्रतिक्रिया              | Eh (Volt)     | आक्सीकरण-विघटन प्रतिक्रिया                 | Eh (Volt)            |
|---|---------------|--|----------------------|
| $NO_3^-$ को विघटन शुरु भएमा             | ०.४५ ~ ०.५५   | $Mn^{2+}$ बन्ने प्रतिक्रिया शुरु भएमा      | ०.३५ ~ ०.४५          |
| $NO_3^-$ को उपस्थिति पहिचान गर्न नसकेमा | ०.३३          | $O_2$ को उपस्थिति पहिचान गर्न नसकेमा       | ०.२२ $Fe^{2+}$ बन्ने |
| प्रक्रिया शुरु भएमा                     | ०.१५          | $SO_4^{2-}$ विघटित भई $S^{2-}$ बन्न लागेमा | - ०.०५               |
| $CH_4$ (मिथेन) बन्न लागेमा              | -०.१५ ~ -०.१९ | $H_2$ हाईड्रोजन बन्न लागेमा                | ०.१५ ~ -०.२२         |

Eh मापनको तथ्यांक Scheffer & Schachtschabel (Germany) / Takai (Japan) को प्रतिवेदनबाट लिइएको हो।

साधारणतः प्लेटिनम एलेक्ट्रोडको उपयोग गरी अक्सिकरण विघटन कुशलता मापन गरिन्छ। एलेक्ट्रोड माटोको सम्पर्कमा राखी Eh को मापन गरिन्छ, तर परिणाम सधैं ठीक नहुन पनि सक्छ। Eh भनेको माटोको सतह अथवा माटोको घोल (Soil Surface and Soil solution) बाट एलेक्ट्रोन परिवहन हो। एलेक्ट्रोन परिवहन एलेक्ट्रोडको आकार, माटोसँग सम्पर्क समय आदि कुरामा भर पर्छ। यस प्रकार परिणाम धेरै कुरामा भर पर्दछ। त्यसकारणले यस्तो परिणाम माटोको आक्सीकृत अवस्था तुलना गर्न मात्र उपयोगी हुन सक्छ न कि खेतबारीमा तरकारी बाली असफल भएको सन्दर्भमा Eh पता लगाउन।

अत्याधिक मैँगानिजले गर्दा हुन सक्ने विषालुपना रोक्नलाई सम्भावित आक्सीकृत विघटन कुशलता टेबुलमा देखाइएको छ। यहाँ पानीमा घुलनशील  $Mn^{2+}$  लाई मापदण्ड (Standard) को रूपमा लिएको छ।



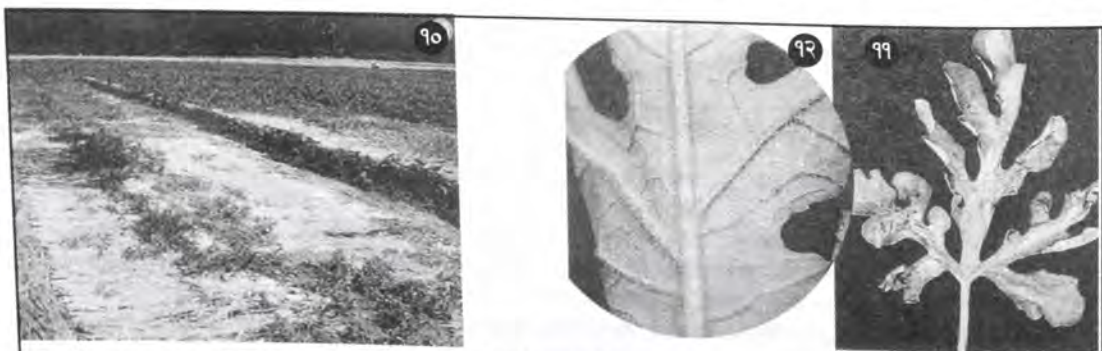


फोटो नं. २ मा गोलभेंडाको नयाँ पात पहेलिएको देखाइएको छ । खास गरेर यस्ता लक्षण मैगानिज अत्याधिकताले गर्दा फलाम तत्व कमीको कारण देखिने लक्षणको रूपमा देखिन्छ । फोटो नं. ३ मा भुईँकाफल बालीमा हृदयसम्म (Acute) को मैगानिज अत्याधिकताको कारण उत्पन्न हुने लक्षण देखाइएको छ । यस्ता लक्षण खास गरेर बढी गाढा (High concentrated) मैगानिज भोल प्रयोग गर्दा देखिएको थियो । फोटो नं. ४ मा काँक्रोको पातका नशाहरु खैरो-खैरो भएको देखाइएको छ । यस्ता लक्षण निश्चित (Fixed) हुँदैन । किनकी यी मैगानिजको गाढा र माटोको पि.एच.मा भर परेको हुन्छ । कहिलेकाहीँ दुई तीनवटा लक्षणहरु एकै समयमा देख्न सकिन्छ । फोटो नं. ५ मा १००० पि.पि.एम. मैगानिजबाट उपचारित माटोमा लगाइएको भटमास बालीमा देखिएको लक्षण हो । यसमा पातका नशाहरु गुलाफी-खैरो भई दाग जस्तो देखिन्छ । नशाहरु बीचको भागमा साना-साना थोप्लाहरु पनि देख्न सकिन्छ । फोटो नं. ६ मा एलेक्ट्रोन पुभ एक्सरे माइक्रो एनालाइजरबाट सानो पारिएको (Low-magnification) स्केनिङ्ग एलेक्ट्रोन माइक्रोस्कोपी फोटो हो । फोटो नं. ७ मा उही क्षेत्र (फोटो नं. ६) लाई ठूलो पारि एको हो । जसमा प्रभावित क्षेत्र (Spot area) पनि देखाइएको छ ।

फोटो नं. ८ मा उही क्षेत्रमा पोटासको वितरण (Distribution) देखाइएको छ । फोटो नं. ९ मा उक्त क्षेत्रमा मैगानिजको वितरण देखाइएको छ । थोप्ला भित्र मैगानिजको उपस्थिति खास गरेर थोप्लाको घेरामा हुन्छ । (हयोगी कृषि केन्द्रमा योसिकावा तौसिहिकोबाट प्राप्त फोटो) ।

### मिल्दाजुल्दा लक्षणहरु (Similar Symptoms):

अत्याधिक मैगानिजको कारणले देखिने पहेंलोपना र फलाम कमीको लक्षण, अरु गह्रौँ धातुको अत्याधिकताले देखिने लक्षणहरु र नाईट्रेट शोषणले गर्दा देखिने फलाम कमीको लक्षण आदि धेरै मिल्दाजुल्दा हुन्छन् । त्यस्तै कालो-कालो खैरो अथवा रातो-रातो गुलाफी मैगानिज अधिकताको एउटा विशेष लक्षण हो, भुईँकाफलमा यस्तो लक्षण पोटास वा जिंकको कमीको कारणले पनि देखिन्छ । यस प्रकारले केही रोगका लक्षणहरु पनि मैगानिज अत्याधिकताको लक्षण जस्तै देखिन्छ । मैगानिज अत्याधिकता र Bacterial Postule of soybean यी लक्षणहरु रंगीन चित्रमा देखाइएको छ । यी लक्षण फोटोमा समान देखिन्छ र छुट्टयाउन गाह्रो हुन्छ । तर पनि छुट्टयाउन चाहिँ सकिन्छ । Xanthomonas को कारणल हुने Bacterial Postule of soybean रोगको लक्षण सानो खैरो थोप्लोबाट शुरु हुन्छ र पछि ठूलो भई



धानखेतमा लगाइएको तरबुजा बालीमा यस्ता लक्षण आधाढमा (जून पछि) देखिन्छ र कहिलेकाहीँ बाली भित्र्याउनु (Harvest) पनि सम्भव हुँदैन (फोटो नं. १०) । शुरुमा पातको चट्कीलोपना हरा छ । त्यसपछि पातको मध्यभागमा नशाहरु बीचको भाग पहेलिन्छ (Oily Pale yellow) र अन्तमा पहेंलो अथवा खैरो थोप्लाको रूपमा विकसित भई कालो हुन्छ र कोशिका मर्छ (फोटो - ११) ।





विधि भएपनि Atomic Absorption Spectrometry भन्दा १० गुणा बढी सन्वेदनशिल छ र साधारण (Normal) तथा मैगानिज प्रभावित बोट बिरुवाहरुलाई तुलना गर्न बहुत उपयोगी छ ।

**पहिचान गर्ने मापदण्ड (Standard for diagnosis):**

#### • माटोमा

माटोमा निसारण विधिद्वारा Field Moisture Soil बाट प्राप्त पानी निसारण भोलमा हुने मैगानिजको स्तर टेबुलमा देखाइएको छ । जाँचमा मैगानिज नदेखिए पनि माटोमा मैगानिजको कमी छ भन्ने कुरा हुँदैन । त्यस्तै जाँचमा थोरै मैगानिज देख्ने वित्तिकै माटोमा मैगानिजको कमी छैन भन्ने कुरा भन्न पनि मिल्दैन । माथि उल्लेखित कुरालाई अझ प्रष्ट्याउन टेबुलमा हेर्न सकिन्छ । पानीमा खेती गर्ने (Hydroponic cultivation) साधारणतः मैगानिजको गाढापन (Concentration) ०.३ देखि १.७ पि.पि.एम.सम्म हुन्छ ।

माटोमा पानीमा घुलनशिल मैगानिज ( $Mn^{2+}$ ) को स्तर र त्यसको प्रभाव:

| रंगको गाढापन                    | +       | ++  | +++       | ++++ | +++++ |
|---------------------------------|---------|-----|-----------|------|-------|
| परीक्षण भोलमा पि.पि.एम.         | ०.०५    | ०.१ | ०.२५      | ०.५  | १.०   |
| मि.ग्रा./कि.ग्रा. सुख्खा माटोमा | ०.२५    | ०.५ | १.२५      | २.५  | ५.०   |
| ग्राम/हेक्टर                    | २५०     | ५०० | १२५०      | २५०० | ५०००  |
| माटोको भोलमा पि.पि.एम.          | ०.८     | १.५ | ३.८       | ७.५  | १५    |
| पहिचान स्तर                     | प्रशस्त |     | केही अधिक |      | अधिक  |

**नोट:** यस विधिद्वारा मैगानिजको उपस्थिति पत्ता लगाउन सकिएन भने त्यस्तो अवस्थामा मैगानिज कमी हुन सक्ने सम्भावना हुन्छ ।

टेबुलमा देखाइए भैं रंगको गाढापन (Degree of color) + भएमा माध्यम भोलमा मैगानिजको गाढापन ०.८ पि.पि.एम. हो भन्ने जनाउँछ । यद्यपि ०.१ पि.पि.एम.को मैगानिज गाढापन Hydroponic परीक्षणमा मुश्किलले मैगानिज कमीको लक्षण देखाउँछ । यसकारणले मैगानिजको कमी पत्ता लगाउन पानीको सङ्घ ५.२ पि.एच. भएको १० प्रतिशतको सोडियम एसिटेट भोलबाट माटो निसारण भोल बनाउन उपयोगमा ल्याउन सकिँदैन । यसको लागि छुट्टै लवण निसारण भोलको रंगीन तालिका (Color Chart) बनाउन आवश्यक हुन्छ । माटोको लवण निसारण भोलमा मैगानिजको उपस्थिति ०.४~०.७ पि.पि.एम. (२-३ पि.पि.एम. शुष्क माटोमा) भन्दा कम भएमा माटोमा मैगानिजको कमी भएको मान्न सकिन्छ । जब पानी निसारण भोलमा रंगको गाढापन +++++ भयो भने बोट बिरुवामा मैगानिज अत्याधिकताले गर्दा विषालुपना देख्न सकिन्छ ।

साधारणतः माटोमा विनिमय हुन सक्ने मैगानिज (Exchangeable manganese) घुलनशिल मैगानिज (Soluble manganese) को तुलनामा १० देखि ३० गुणा बढी हुन्छ । माटोमा १०० पि.पि.एम. भन्दा बढी विनिमय हुन सक्ने मैगानिज भएमा मैगानिज अत्याधिकताको लक्षण सजिलै देख्न सकिन्छ । पानीमा खेती गर्ने (Hydroponics) प्रविधिको हकमा मैगानिजको सान्द्रता ३०-५० पि.पि.एम. हुँदा नै मैगानिज अत्याधिकताको लक्षण देख्न सकिन्छ । अतः पानी निसारण भोलमा जब रंगको गाढापन +++++ देखियो भने उक्त भोललाई अझ २-३ गुणा पातलो (Dilute) गरी पुनः विश्लेषण (मैगानिज) गर्न सुझाव दिईन्छ । यदि फेरी पनि रंगको गाढापन +++++ नै पाइयो भने पानीमा घुलनशिल मैगानिजको उपस्थिति शुष्क माटो (Dry Soil) मा १०-१५ पि.पि.एम. र माटोको भोलमा ३०-५० पि.पि.एम. हो भन्ने कुरा बुझिन्छ । यस्तो माटोमा लगाइएको/लगाउने तरकारी बालीमा अत्याधिक मैगानिजले गर्दा प्रतिकूल प्रभाव पर्न सक्छ ।

#### • बोटबिरुवामा:

बोट-बिरुवामा मैगानिजको अवस्था खेतीपातीमा भर पर्दछ । एउटै साधारण बोट-बिरुवामा पनि मैगानिज केही पि.पि.एम. देखि सयौं पि.पि.एम.सम्म पाउन सकिन्छ । यसकारणले बोट बिरुवामा देखिने केही अस्वभाविक लक्षणलाई मैगानिजको अवस्थसँग दाँजेर निक्कौं गर्ने कुरा त्यति तर्कसंगत हुँदैन । खेतबारीमा मैगानिज कमी अथवा मैगानिज अत्याधिकताको लक्षण देख्न सकिन्छ । यस्तो अवस्थामा माटोको पि.एच.लाई ख्याल गर्न सुझाव दिन सकिन्छ । जस्तै: कि बोट बिरुवामा मैगानिजको उपस्थिति कम भएमा, कहीं माटोको पि.एच. त बढी छैन ? र बोट-बिरुवामा मैगानिजको उपस्थिति बढी भएमा, कहीं माटोको पि.एच. त कम छैन ? अथवा चिस्थान समस्या त छैन ? आदि कुराहरु केलाउनु पर्ने हुन्छ । यी कारणहरु विद्यमान भएपनि त्यत्सा मैगानिजको कमी अथवा अत्याधिकताको लक्षण देखियो भने एउटा माटो विज्ञले बिना भिन्नक रंगीन तालिकासित दाँजेर मैगानिज समस्यालाई सुल्झाउन सक्छ ।

लक्षण शुरुमा पातको तल भागमा देखिन्छ र विस्तारै छेउ-छेउ तिर बढ्दै जान्छ र पात माथितिर बढिरिन्छ । पहेंलो र खैरो थोप्ला छुट्ट्याउने रेखा प्रष्ट देखिन्छ । तर हरियो र पहेंलो छुट्ट्याउने रेखा प्रष्ट देखिँदैन । पातको तल्लो भागमा अप्रष्ट गाढा हरियापना हुन्छ । पातमा देखिने मसिनो रौं (Trichome) हराउँछ र भेटनाको नजिक (Leaf base) मा खैरो थोप्ला देख्न सकिन्छ । (चित्र नं.-१२) । यो मैगानिज अत्याधिकताको लक्षण हो । किनकी यो लक्षण अम्लीय माटो, जहाँ माटो र बोटबिरुवा दुवैमा मैगानिजको उपस्थिति बढी पाइएको थियो र यसलाई कम गराउन क्याल्सियमहाइड्रोक्साइड १० प्रतिशतको भोल २ लिटर प्रति बोटको दरले (वेसल र टपड्रेस मलखाद प्रयोग बेलाको बीचमा) प्रयोग गर्न सकिन्छ । (Fujii Shinichiro; Tottori Vegetable Research Center).

केराउ (Sweet pea) मा मैगानिज कमीको लक्षण देखाइएको छ । जसमा हरियो नशाहरु बीचको भाग पहेंलिएको (Chlorosis) देखिन्छ । मैगानिजको धेरै कमी भएमा कहिलेकाहीँ पहेंलिएको भाग मर्छ अथवा पातको छेउ-छाउमा कोशिका मरेको (Necrosis on leaf margin) देख्न सकिन्छ । (Ikeda Yukihiro; Hyogo Agriculture Research Center).

## जस्ता (Zinc)

### जस्ताको कमी (Zinc Deficiency):

तरकारी बालीमा जस्ता कमीको लक्षण नगण्य रूपमा देखा पर्दछ। मुख्य खाद्यतत्व र अन्य शुष्मतत्वहरू जस्तै फलाम, सुहाग र म्याग्नेज खेतीपातीमा देखा पर्दछ, तर जस्ता तत्वको कमीको लक्षण खास स्थान र खास बिरुवा विशेषमा देखा पर्दछ।

यो कितावको पत्तिकारले खास जस्ता (Zinc) कमीका लक्षणहरू देखाउन संचालन गरिएका जलखेती परीक्षणका नतिजाहरू यस कितावमा समावेश गरेको छ। परीक्षण संचालनमा लेखकले डिष्टिल पानीको सट्टा धाराको पानीको प्रयोग गरेको थियो। धाराको पानी प्रयोग गर्दा खेतबारीको अवस्था अनुकूल हुने हुँदा यसो गरिएको हो। लेखकको विचारमा धाराको पानीमा खाद्यतत्व कमीको लक्षण देखा परेन भने माटोमा खाद्यतत्वको अति आवश्यकता छैन भन्ने जनाउँदछ।

यस्तो अवस्थामा जस्ता तत्वको कमीको लक्षण देखिदैन। धाराको पानीमा जस्ताको मात्रा प्रशस्त मात्रामा हुन्छ। पाईपको दुषितताले पनि पाईपबाट न्याइएको पानीमा जस्ताको मात्रा अधिक हुन्छ। प्रायः यस्मा जस्ताको मात्रा ०.५ पि.पि.एम. हुने गर्दछ। वर्षाको पानीमा पनि ०.०१ पि.पि.एम. जस्ता पाइन्छ। जलीय खेतीमा जस्ता (Zn) को स्तरीय मात्रा ०.००१ देखि ०.१ पि.पि.एम. हुन्छ। जस्ता कमीको लक्षण पत्ता लगाउन डिष्टिल पानीको प्रयोग आवश्यक छ किनकी अरु रसायनहरू जलखेतीमा प्रयोग गर्दा अति कम मात्रामा जस्ता मिसिएको हुन्छ। खेतीपाती गर्ने माटोको अवस्थामा खास अवस्थामा बाहेक जस्ता कमीका लक्षण मुस्किलले नै देखा पर्दछ। माथि लेखिएकोलाई मनन गरी तपशिलमा छलफल गरौं।

### कमीका लक्षणहरू (Symptoms):

जस्ता बिरुवामा परिवहन हुने तत्व हो। तर यसको परिवहन आशा गरे जति हुँदैन। जस्ता कमीका लक्षण साधारणतया नयाँ पातमा देखा पर्नुको साथै पुराना पातमा पनि देखा पर्दछन्। जस्ता कमीका लक्षण तीन तरिकाले देखा पर्दछन्।

सर्वप्रथम त पातहरू भुष्प पर्दछन्। यसो हुनुको कारण पात बढ्न सक्दैनन्, संकिर्ण भएर जान्छ र विकास हुन सक्दैन, नयाँ पातमा पनि बढ्न नसकी कुरूप देखिन्छन्। यस्ता लक्षण जस्ता कमीबाट देखा पर्दछन्। यो जल खेती परीक्षणमा निकै असल र सायद प्रयोग गर्दा मात्र देख्न सकिन्छ।

दोश्रो प्रकारको लक्षणमा खैरो रंगको दाग पातको डाँठ र अन्तर नशामा देखा पर्दछन्। साधारणतया पुराना पातमा यस्ता दाग देखा पर्दछन्। जब बिरुवा सकृय रूपमा छ भने यस्तो लक्षण नयाँ पातमा देखा पर्दछ। गोलभेंडा, काँका, सलगम र चुकन्दरमा प्रायजसो लक्षण देख्न सकिन्छ। तर कहिलेकाहीँ केवल पहेंलोपना मात्र नजानिदो दाग सहित पुराना पातमा देखा पर्दछ। धान बालीमा नयाँ पातमा पहिला सेतोपना देखा पर्दछ। त्यसपछि मध्य नसातिर फैलिन्छ। त्यसपछि खैरो रंगका दागहरू तलका (पुराना) पातमा देखा पर्दछन्।

तेश्रो प्रकारको लक्षणमा नशा र पातका किनारा हरिया राखी अन्तरनशिय पहेंलोपना देखाउँदछ। यसको नाम बाघधर्सा (Tiger stripes) अथवा करङ्गे लक्षण (Rib symptoms) भन्दछन्। जापानमा सुन्तलाजात (Citrus Unsyu) मा यस्तो प्रकारको लक्षणहरूको प्रशस्त प्रतिवेदनहरू पाइएका छन्। गुलियो केराउको रंगिन पृष्ठमा देखाएको लक्षण पनि यस्तै प्रकारको हो।

कृषकको खेत बारीमा यस्ता किसिमका लक्षण नदेखाएता पनि थोरै मात्रामा जस्ता प्रयोग गर्दा पनि राम्रो बिरुवा भएको पाइएको छ। अकाशीनगरका केही जमीनमा (०.१ नर्मालिटीको हाईड्रोक्लोरिक एसिडमा घुलनशिल जस्ता करीब १० पि.पि.एम. भएकोमा) जब जिंक सल्फेट २५ देखि ५० पि.पि.एम. (०.०१ नर्मालिटीको हाईड्रोक्लोरिक एसिडमा घुलनशिलता जस्ता) प्रयोग गर्दा बिरुवाको विकासमा वृद्धि भएको पाइयो। यसको मतलब यहाँ लुकेको अवस्थामा जस्ता कमी भएका खेतहरू छन् अर्थात् जमीनहरू छन्।

### • बिरुवामा जस्ताको काम:

जस्ता ग्लाइकोलाइटिक पाथ वे र साईट्रिक एसिड चक्रमा धेरै इन्जाइमहरूलाई उत्प्रेरित गर्ने धातुमा पर्दछ तर जस्ता कमी भए पनि प्रस्वास क्याकलाप घट्दैन। यसको कमी भएपनि दुई बन्धक (Bivalent) भएको धातुहरूले जस्ताको सट्टामा काम गर्दछन्। कार्बनिक एनहाईट्रेज जस्ता भएको प्रसिद्ध प्रोटीन जस्तै कार्बनडाई अक्साईडबाट  $\text{HCO}_3$  बनाउँदछ, जस्ता कमीमा यसको क्रियाकलाप अलिकति घटाउँदछ। यसो हुँदा पनि प्रकाश संश्लेषण क्याकलापमा प्रभाव पर्दैन।



जलखेतीमा धानको वृद्धि र जिंकको गाढा मात्राको सम्बन्ध (माए वि.वि. का ओवाता हितोशी र कितागिरी कितागिरी काकुनोउबाट प्राप्त फोटो)

जस्ता कमीमा कुल प्रोटीनको मात्रा एमिनो एसिडको संकलन (Accumulation) र एमाइड भने घटेको देखियो। हालसालै यो प्रष्ट भै सकेको छ कि जस्ता सोभै R.N.A. बनाउन र राईबोजम (Ribosome) को संरचनामा निर्माण गर्न सम्बन्धित छ। यो सबैले जान्ने तथ्य हो कि जस्ता कमी भएको बिरुवामा I.A.A को मात्रा धेरै कम हुन्छ।

स्कूगको १९४० को प्रतिवेदनमा ट्राइपटोफेन (Tryptophan) को निर्माण सम्बन्धी धेरै सुझावहरू दिएका छन्। Tryptophan ले IAA को अगुवाई गर्दछ। उनको भनाई अनुसार जस्ता कमी हुँदा ट्राइपटोफेन मात्रा घट्दछ। ट्राइपटोफेन प्रोटीनको मात्रा घट्नुको मतलब प्रोटीन निर्माणमा कम भएर जान्छ। तर ताकागी (राष्ट्रिय कृषि वातावरण विज्ञान संस्थान) को भनाईमा मकैमा जस्ता कमीको अवस्थामा ट्राइपटोफेनको मात्रा घट्दैन, बरु टिप्तामाईनको रूपमा एकत्रित भएर (जम्मा भएर) रहन्छ जो ट्राइपटोफेन र IAA को बीचको उत्पादन हो। उहाँले सकेत गर्नु भयो कि ट्राइपटोफेनबाट IAA बनाउने बाटोमा जिक सम्बन्धित छ।

जस्ताको कमीमा पातको रूप आकार जौडसँग देखिएको हुन्छ। पात बढ्न सक्दैनन्। यही नै जस्ता कमीको प्रष्ट लक्षण हो। यसरी कुरूप र सक्की तथा झुप्य पात बन्नुको मुख्य कारण IAA को मात्रा घट्नुको कारणबाट हो। यस बाहेक जस्ता कमीको लक्षण कहिलेकाहीँ चर्को प्रकाशको कारणबाट पनि देखिन्छ। यो सोचिएको छ कि प्रकाशले IAA मा खास काम के हो त्यो प्रष्ट भएको छैन।

### कमी हुने कारण (Causes of Deficiency):

मुख्य कारण त माटोमा जिकको मात्रा न्यून भएर हो। योकिङ (तोकाची) ले जानकारी दिए अनुसार मकैमा तोकाची क्षेत्रमा जस्ताको मात्रा हलुका रंग भएको ज्वालामुखीबाट निर्मित माटोमा प्रवाहित लेदे माटो र नदीले थुपारेको माटो (Diluvial) र आदिय ज्वालामुखीबाट निर्मित माटो भन्दा कमी हुन्छ।

दोश्रो कारण माटोको पि.एच. मात्रा बढ्दै जाँदा बिरुवाले लिने जस्ताको मात्रा बिरुवाले लिन नसक्ने



मकैमा जस्ता कमीको लक्षण: पातको मध्य भाग पहिलो बाल्किको सेतो हुन्छ। रोगले साँठै बापेपछि पात सेतो भएर मर्दछ। यो तस्वीर सर्पेन्टाइनाईट माटो (पि.एच. मान ७.८) बाट लिएको र यो कमीको लक्षण जिक सल्फेट प्रयोग गर्दा हटेको थियो। (नाओहाल मिजुनो होक्काईडो केन्द्रीय कृषि अनुसन्धान केन्द्र)



चाइनिज Ixora मा जस्ता कमीको लक्षण: माटोको जस्ताको मात्रा (१ नर्मालिटिको एच.सि.एल. घोलमा) करिब ०.४ पि.पि.एम. छ र पातको कुल जस्ताको मात्रा ४४ देखि ४७ पि.पि.एम. छ। यो मात्रा भनेको साधारण माटोमा तथा पातमा हुने मात्राको आधा भाग हो। माटोको पि.एच.मान ६.३ देखि ६.५ (सामान्य) थियो। (मासुताका यानो तागी केमिकल)

अवस्थामा जान्छ। गोदो र साथीहरूको (टोकुशिमा) प्रतिवेदन अनुसार सखरखण्डको पातको आकृति बिग्रनुको लक्षण उच्च पि.एच.मान भएको जस्ता कमीको कारणबाट भएको उदाहरण लिन सकिन्छ। सम्पन्न म्याग्नेज जस्तै हो जो पहिलेनै उधृत गरि सकिएको छ। जस्ताको हकमा जिक कार्बोनेट भै अधुलनशिल रूपमा परिणत हुँदा बिरुवाले लिन सक्दैन।

तेश्रो कारण प्रशस्त मात्रामा फस्फोरस मलको प्रयोग गर्दा जस्ता अधुलनशिलमा परिणत हुन्छ। समुद्रपारबाट धेरै प्रतिवेदनहरू प्राप्त भएका छन्। प्रशस्त मात्रामा फस्फोरसको प्रयोग गर्दा तत्काल जस्ता कमी भएका प्लटमा जस्ता कमीको लक्षणलाई अझै गाढा बनाएर लान्छ। यसो हुनुको कारण जस्ता र फस्फोरस प्रतिक्रिया भै अधुलनशिल यौगिकमा परिणत हुन्छ।

चौथो कारण भनेको शिरातोरी (चिवा) को प्रतिवेदन अनुसार कुजुकुरीहामामा धानमा जस्ता कमी हुनुको लक्षण देखिनुको कारण जग्गा समुद्रबाट सुधार गरिएको र हाईड्रोजन सल्फाईड जो सल्फेटबाट घटित रूप हो त्यो सँग जस्ता प्रतिक्रिया भै, अधुलनशिल जिक सल्फाईडमा परिणत भै, जस्ता बिरुवाले पाउन सक्दैन र जस्ता कमीको लक्षण कहिलेकाहीँ म्याग्माबाट निर्मित (Peridotite or Serpentinite) (नेपालको माटोमा जिकको मात्रा कम छ र धेरै बालीहरूमा जस्ताका लक्षणहरू देखिएका छन्) पुरानो माटो (Paleo Zoic soil) मा देखा पर्दछ। यी माटोमा प्रशस्त मात्रामा निक्केल पाइन्छ। त्यसो हुँदा जस्ता र निक्केल परस्परमा अन्तर विरोधी प्रतिक्रिया हुने हुँदा बिरुवाले पाउने अवस्थामा नपुगी जस्ता कमीको लक्षणहरू देखा पर्न सक्ने सोचिएको छ। मिजुनो (होक्काईडो) ले सर्पेन्टाइनाईट माटोमा मकैमा मात्र नभएर प्याजमा समेत देखिएको पातको पहिलो घर्स र पात बेरिने समस्या जस्ता कमीबाट भएको कुरा प्रष्ट्याएर उनले जिक सल्फेट प्रयोग गरेर लक्षण सुधार गरेर देखाए।

### मिल्दोजुल्दा लक्षणहरू (Similar Symptoms):

जस्ताको कमीमा सलगम र चाईनिज बन्दामा पुच्छरको (फेदको) पातबाट पहिलिन थाल्दछ। यो लक्षण नाईट्रोजनको लक्षणसँग मिल्दोजुल्दो छ।

मकैमा देखिने जस्ताको कमीको लक्षण नयाँ पात पहुँचिने फलाम र गन्धकसँग मिल्दोजुल्दो हुन्छ। खास गरेर साधारणतया लक्षण नजानिंदो अवस्थामा भएमा जस्ता कमीको लक्षण उपरोक्त तत्वका कमीसँग छुट्टयाउन कठिन पर्दछ। नजानिंदोमा जस्ता कमीको लक्षणमा पातको रूपमा तथा आकृति खासै बदलिएको हुँदैन।

जस्तै सुन्नलामा देखिने बाघे धर्सा (Tiger stripes) अथवा करङ्गे लक्षण (Rib symptoms) जस्ता लक्षणहरु विरलै रूपमा मिल्दोजुल्दा देख्न पाइन्छन्। म्याग्नेसियम र म्याग्नेजसँग केही नजानिंदो रूपमा मिल्दोजुल्दा देखिए पनि जस्ता कमीको लक्षणमा चौडा रूपमा नशा हरिया रहन्छन्।

गोलभेंडा र धानमा जस्ता कमीमा फेँदका पातमा राता वा निचुका थोप्ला देखिन्छन्। यस्ता धेरै लक्षण मिल्दोजुल्दा हुन्छन्। आकागारेको धानलाई उदाहरणमा लिन सकिन्छ। प्रकार १ पोटास कमीको लक्षण हो। प्रकार २ जस्ता कमीको लक्षण हो। प्रकार ३ आयोडिन बढ्ता हुँदा देखिने लक्षण हो। यस्ता मिल्दोजुल्दा लक्षण छुट्टयाउन कठिन पर्दछ। यस्को अलावा अक्सिडेन्ट (Oxidant) को कारणबाट पनि रातो थोप्ला देखा पर्दछ।

जस्ता कमीबाट देखिने विरुवाको पात हर्मनको कारणबाट पुग्ने क्षतीसँग पनि मिल्दोजुल्दा हुन्छ। तर खेतवारीमा विरलै रूपमा पात विरुप पार्ने खालको लक्षण देखिन्छन्। त्यसो हुँदा हर्मन प्रयोगमा गल्ति भएको शंका गर्न सकिन्छ। वीषाणुको आक्रमण, परजिवी सुलसुले, कहिलेकाहीँ कृषिमा प्रयोग गर्ने रसायनले क्षती पुऱ्याएको सजिलै शंका गर्न सकिन्छ।

### रोकथामका उपायहरू (Measures to meet deficiency):

०.१ देखि ०.५% को जिंक सल्फेट तरकारीको पातमा छर्कनु साधारण भैसकेको छ। रासायनिक क्षतीबाट जोगाउन क्याल्सियम अक्साईडलाई बराबरी मात्रामा जिंक सल्फेटको घोलमा मिसाउन सिफारीस गरिन्छ। यसैगरी शुष्म तत्वयुक्त मिश्रण (जुनमा जिंक पाईन्ड) त्यसलाई पनि प्रयोग गर्न सिफारीस गरिन्छ। माटोमा जस्ता तत्व २० के.जी. जिंक सल्फेट प्रति हेक्टरका दरले प्रयोग गर्न लाभदायी हुन्छ। धेरै प्रतिवेदनहरूले जस्ता कमीको लक्षणका धर्सा देखिए पछिको प्रयोग साधारण रूपमा प्रयोग गरिने प्रयोग भन्दा प्रभावकारी बताएका छन्। धान बालीको लागि जिंक अक्साईडको १% को घोलमा विरुवाको जरा डुबाएर रोपाईँ गर्दा प्रभावकारी हुन्छ। यो तरिका तरकारी र अरु शुष्म तत्वहरूलाई पनि उपयोगमा ल्याउने योग्य छ।

### जस्ताको बढी (Zinc Excess):

एकातिर माथि भनिएको जस्ता कमीमा देखिने लक्षण सीमित छन् भने जापानको धेरै क्षेत्रमा जस्ता बढीका लक्षणहरु देखिने सम्भावनाहरु पनि केही छन्।

### बढीको लक्षणहरू (Excess Symptoms):

फलाम कमीका लक्षण, नाम मात्रको पहुँलोपना, नयाँ पातमा जस्ताको मात्रा बढी हुदा देखा पर्दछ। फलामको पाठमा देखिएको छ कि जलखेती परीक्षण गर्दा फलामको कमीको लक्षण प्रष्टसँग देखिन्छ तर माटोमा गरिने परीक्षणमा भने यो विरलै पाइन्छ। सलगमको





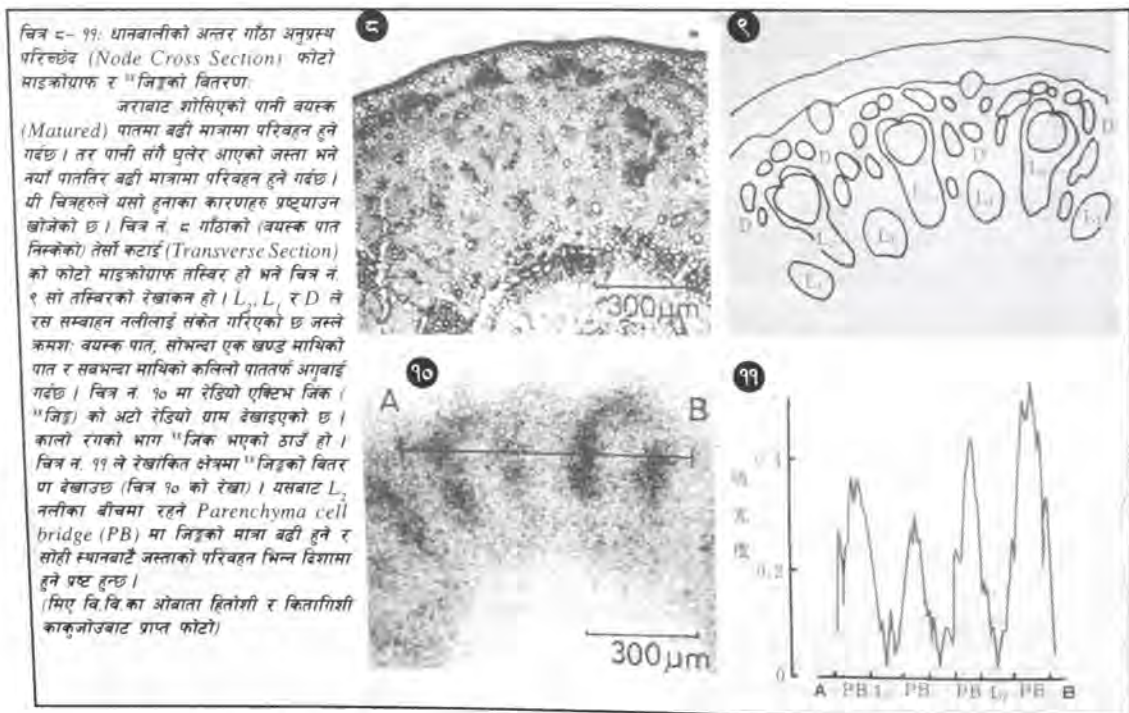
हकमा कहिलेकाही पातको किनारमा नजानिदो रुपमा पहेलोपना देखाउँछ तर धेरै तरकारी वालीहरुमा कुनै लक्षण नदेखाई विरुवाको वृद्धिमा न्यूनता आउँछ (विरुवा बढ्न सक्दैन) ।

भूईकाफल र भटमासले पातको नशामा रातो वैजनी रंगको लक्षण देखाउँछन् । भूईकाफलले खास गरेर पातको नशामा चौडा आकारको रग्याएको जस्तो रातो दाग देखाउँदछ । भटमासमा भने पातको पछिल्लिर सजिलैसँग लक्षण देखाउँदछ । जानकारीमा आए अनुसार लक्षणहरुको असर वालीको जात अनुसार पर्दछ । केही वालीका जातहरुले पहेलोपना नशाको बीचमा देखाउँदछन् । कसैले खैरो थोप्ला देखाउँदछन् । साधारणतया खाद्यतत्वको अधिकको लक्षण फेदतिरको पातबाट सुरु हुन्छ । तर जस्ता बढीको लक्षण टुप्पोतिरको पातबाट माथको पातमा देखा पर्दछ ।

कलकारखानाबाट आउने घोल फोहोर तथा जस्ता खानीबाट प्राप्त घोल फोहोर माटोमा मिसिएर, सिंचाईको पानीमा जस्ता बढी भएर (धान खेतमा) आदि कारणले कहिलेकाही जस्ता अधिकको लक्षण देखिन्छ । यस्तो अवस्थामा धानको वृद्धि हुन सक्दैन । अरु वालीहरुले र तरकारी वालीले कहिलेकाही जस्ता बढीका लक्षणहरु देखाउँदछन् ।

### मिल्दाजुल्दा लक्षणहरु (Similar Symptoms):

फलाम कमीमा देखिने लक्षण नयाँ पातमा हरितकण हिनता र गहुँगा धातु बढी भै देखिने लक्षणहरु आँखाले हेरेर छुट्टयाउन कठीन पर्दछ । गमला परीक्षणमा मुस्किलले उक्त भिन्नता छुट्टयाउन सकिन्छ । सजिलो साधारण तरिका भनेको पहेलोपना हुने जानकारीको लागि माटो र विरुवा विश्लेषण नै हो ।



भूईकाफलमा जस्ता बढी भई पातको नशामा रातो रंगिन खालको थोप्ला (Spot) को लक्षण पोटास कमीको लक्षणसँग मिल्दोजुल्दो हुन्छ । म्याग्नेज बढ्ता हुँदा देखिने भूईकाफल बाहेकका विरुवामा रंगिन थोप्ला (Strain like spots) हरु अन्तरनशामा साधारणतया पाइने गर्दछन् । त्यसो हुँदा कमी र बढी पनि छुट्टयाउँदा गल्ति हुन सक्दछ ।

यस्तै भटमासमा राता नशा देखाउने लक्षण (खास गरेर पातको पछिको भागमा मात्र) मुख्य लक्षण भएको र यस्तै लक्षण क्याडमियम बढ्ता हुँदा पनि देखाउने गर्दछ । अर्को वैजनी रंगको लक्षण पनि यस्तै देखिन्छ । जब धान बालीमा र भटमास बालीचक्रमा दुई वटा समस्याहरु देखा पर्दछन् । एउटा गन्हाउने पतेरो (Stink bug) को क्षती र अर्को वैजनी रंगले ढाकेको (Purple stain) पाइन्छ । भटमासमा साधारण रुपमा पाइने सरकोसपोरा (Cercospora) रोगबाट वैजनी रंगले रंगिने गर्दछ । जस्तै गर्दा व्यापारी मूल्य घट्दछ र उत्पादन समेत घट्दछ । कृषि रसायन प्रयोग गरेर रोगलाई रोकथाम गर्न सकिन्छ । बीउलाई रोगमुक्त पार्ने र रोग लागेको शंका लाग्ने बित्तिकै रसायनको प्रयोग गर्दा रोगको रोकथाम गर्न सकिन्छ ।

वैजनी रंगले मध्य नशामा र पछिर्तिरको पातको भेटनुमा वैजनी दाग (योप्ला) देखाउँदछ। कहिलेकाहीँ जस्ता तथा क्याडमियम बढ्दा हुँदा देखिने लक्षण जस्तै राता वान्तिका नशा बनाउँदछ (देखिन्छ)। यो समस्या प्रष्टसँग श्रावणको अन्तिम तथा भाद्रको शुरुमा देखा पर्दछ अर्थात् फूल फर्ने र फल लाग्ने अवस्थामा यस्तो समस्या देखिन्छ। यस्तो समय भएकोले रमायनहरू प्रयोग गर्ने उचित समय पनि हो।

काण्डमा पनि रातो वान्तिको खैरो रंग देखा पर्दछ। पिनले घोचेजस्तो सलक परेको रोगको दागहरू देखा पर्दछ। यी दाग जमीन देखी करीव १० से.मी. माथि हुन्छन् र भदौको अन्तिम र असोजको पूर्व (Early September to middle september) मा जब पाक्न र पातहरू ओडलाउन थाल्दछन्। त्यसो हुँदा वैजनी रंगको आशंका गर्नु थाल्दा नै रातो रंगको नशाको परीक्षण गर्नु पर्दछ। परीक्षणले नशाको रातो रंगको र दागको क्षतीको परस्पर सम्बन्ध कम देखियो भने कोनिडियोस्पोर (Conidiospore) को वा मुख्य कारणले वैजनी रंगले लेपिएको भन्ने जानकारी हुन्छ र कहिलेकाहीँ पातमा वैजनी रंग देखिए पनि दानाले रोग नदेखाउन सक्दछ।

दानामा नराम्रो रोगको प्रभाव पर्नु भनेको बाली पाक्नु भन्दा १० दिन पहिलाको औसत तापक्रमको  $(19 \pm 2^\circ \text{ से.ग्रे.})$  असर हो। अर्को पारस्परिक सम्बन्ध कम हुनु भनेको जस्ता र क्याडमियमको प्रदुषण हो। यस्तो अवस्था रोग र खाद्यतत्व कमीको सही लक्षण ठम्याउन कठिन पर्दछ। गन्हुँगा धातुको बढी मात्राले देखाउने लक्षण पनि वैजनी रंगको जस्तै हुन्छ। रोग विज्ञ र माटो विज्ञले पनि आँखाले हेरेर रोग र खाद्यतत्व कमीका लक्षण छुट्याउन कठिन पर्दछ।

### बढीको रोकथाम (Measures to meet excess):

खेतबारीको बालीको लागि क्षारीय प्रकारको माटो सुधारक प्रयोग गरेर माटोको पि.एच.मान करीव ७ को आसपासमा पुऱ्याउन सिफारीस गरिएको पाइन्छ।

धान वालीमा क्षारीय माटो सुधारकको प्रयोग गर्ने, माटोमा प्राणवायु घटित अवस्थामा लैजाने, यस्तो क्याडमियम शोषणलाई रोक्ने उपाय प्रयोग गरे सरहने रोकथामको उपाय हो। जलखेती परीक्षणबाट जानकारी भएका धेरै उदाहरणहरू छन् जस्ता शोषणलाई विरोधी तत्वहरूको प्रयोग गर्दा रोक्न सकिन्छ। जस्तै उदाहरणको लागि तामालाई लिन सकिन्छ। तामा र जस्ता जराको एकै दिशाबाट लिने गर्दछन्। यीनको प्रयोगले एकले अर्कोको उपयोगलाई रोक्दछन्। जस्ता बढी हुँदा तामाको शोषण घटेर जान्छ। यसरी नै म्याग्नेज पनि बढी हुँदा जस्तालाई विरुवाले कम गर्दछ। गन्हुँगा धातुहरू बढ्दा भएमा जस्ताबाट हुने क्षती कम भएर जाने कुरा परीक्षणले प्रष्ट पारेको छ। यस किताबको लेखकले सलगममा गरेको (माटोको) परीक्षण रंगिन पाना र यहाँ पनि देखाइएको छ। सलगममा बढ्दा जस्ता भएको माटोमा अरु धातु र फस्फोरस प्रयोग गर्दा जस्ताको मात्रा घट्नु बाहेक मुस्किलले असर गरेको पाइयो। अर्थात् सलगममा जस्ताको मात्रा घट्यो अरु असर पाइएन।

फलामको पाठमा वर्णन गरे जस्तै माटोको अवस्था विषम छ। अर्थात् एकै किसिमको छैन। त्यसो हुँदा जलपरीक्षणमा जस्तो माटोमा गरिएको परीक्षणमा परस्पर विरोधी लक्षण तीब्र रूपमा देखा पर्दैन। शुष्म रूपमा भन्दा जस्ता बढीको क्षतीलाई अर्को धातुहरू प्रयोग गरी पूरा गर्न सकिदैन।



#### जिक बढ्दा नै हुने क्षतीमा खाद्यतत्वहरूको प्रभाव:

रंगिन पुछमा देखाए जस्तै २०० पि.पि.एम.ले उपचार गरेको माटोमा पातको विकास ६० प्रतिशतले र जराको विकास ४० प्रतिशतले नियन्त्रित प्लटको तुलनामा घटेको पाइयो (नियन्त्रित माथिको लाइन)। जस्तै: चित्र १२ र १३ मा जिक प्रयोग गरेको र नगरेको प्लटमा क्याडमियम प्रयोग गरिएको थियो। चित्र १४ र १५ मा, यसैगरी मोलिब्डेनम प्रयोग गरिएको थियो। नं. १६ र १७ मा फलाम राखिएको थियो। नं. १८ र नं. १९ फस्फोरसले उपचार गरिएको थियो। तीनवटा सलगमहरू प्रत्येक ०.०२ व.मि. क्षेत्र भएको गमलामा उमारिएको थियो। सबै फोटोहरूमा बायाँ पट्टि नियन्त्रित विरुवा रहेको छन्।

२५ पि.पि.एम. क्याडमियम प्रयोग गरिएकोमा मुस्किलले हानीको असर पाइयो तर ५० पि.पि.एम. मा भने नोकसान्ती प्रष्ट देखियो। क्याडमियम प्रयोग गर्दा जिक प्रयोग गरेको प्लटमा हुने असर देखा परेन।

यसरी नै मोलिब्डेनम १ पि.पि.एम. र १० पि.पि.एम.माटोमा मिसाउँदा विरुवा बृद्धि भएको पाइयो। तर यही मात्रा जस्ता प्रयोग गरेको प्लटमा राख्दा विरुवाको वृद्धि घट्ने प्रवृत्ति पाइयो।

फलामको प्रयोग ५० पि.पि.एम. र १०० पि.पि.एम. प्रयोग गर्दा विरुवा बृद्धि भएको पाइयो। यही मात्रा जस्ता प्रयोग गरेको प्लटमा राख्दा कुनै असर देखिएन। सलगमको खेती गर्दा १५० पि.पि.एम. फस्फेट माटोमा पहिले नै प्रयोग गरिएको थियो। ७५ पि.पि.एम. र फस्फेट र १५० पि.पि.एम. राख्दा नियन्त्रित प्लटको भन्दा डेढ गुणा र दुई गुणा थप हुन आयो। यो उपचारले जस्ता बढी भएको कुनै असर परेन।

उपरोक्तको अलावा म्यांगानिज, सिसा र बाढीको पनि परीक्षण गरिएको थियो। यिनीहरूले पनि जस्ता बढीमा कुनै असर देखाएनन्।

मुडकाफलमा पनि यस्तो परीक्षण गरिएको थियो। प्राप्त नतिजाको आधारमा यो निष्कर्षमा पुग्न सकिन्छ कि पि.एच. एकाई बढाउँदा जस्ता बढ्दा भएर हुने क्षतीलाई कम गर्न सकिन्छ।

## जस्ता जाँच गर्ने सरल तरिका (Easy test for Zinc):

### आवश्यक रिजेन्टहरू (Necessary Reagents):

जस्ताको विश्लेषण गर्नको लागि दुई प्रकारका रसायनहरू आवश्यक पर्दछन्। सर्वप्रथम वफर घोलको आवश्यक पर्दछ। वफर घोल बनाउन १० ग्राम सोडियम हाईड्रो अक्साईड लिएर २५० एम.एल. पानीमा घोल्ने। यसबाट १०७ एम.एल. सोडियम हाईड्रो अक्साईडको घोललाई लिएर ३०० एम.एल. को आयतन बनाउने। पुनः १८.७ ग्रा. पोट्यासियम क्लोराईड र १५.५ ग्रा. बोरिक एसिडलाई घोल्ने, अन्त्यमा पानी थपेर ५०० एम.एल. को घोल बनाउँ, घोललाई शिल गरेर राख्, दोश्रो रिजेन्ट भनेको जिंकन घोल हो। यस्मा ०.१९ ग्रा जिंकनमा ५० एम.एल. मिथाईल अल्कोहल मिसाउने। यस्लाई ५० डिग्री से. भन्दा तलको तापमा तताउँ र घोल। घोलिसकेपछि १०० एम.एल. आयतन बनाउँ। यस्लाई सिल्ड गरेर राखेर यदि शिल्ड गरिएन भने मिथाईल अल्कोहल चाडै उडेर जान्छ।

जिंकन (Zincon) बजारमा डोटार्ड (Dotite zincon) जिंकनको रूपमा पाइन्छ। यो जिंकसँग ८.५-९.५ को पि.एच. मानमा प्रतिक्रिया गर्दछ र प्रतिक्रियामा निलो रंग देखाउँदछ। जिंकनले अम्लिय घोल र मिथाइल अल्कोहलमा रातो रंग देखाउँदछ। तटस्थ र कमजोड क्षारमा सुन्तला रंग देखाउँदछ भने बलियो क्षारमा वैजनी रंग देखाउँदछ।

तावा, कोबाल्ट, मर्करी र निक्केलमा मिसिदा पनि निलो रंग देखा पर्दछ। वास्तविक विश्लेषण गर्न मास्किङ रिजेन्ट जस्तै पोट्यासियम, सायनाईड, र क्लोरल हाईड्रेट (Potassium cyanide and chloralhydrate) प्रयोग गर्नुपर्दछ। साधारणतया यी तत्वहरू विरल माटोमा पाइने भएका भए पनि जस्ता विश्लेषणलाई असर पार्ने नभएको हुँदा यस्ता रसायनलाई प्रयोगमा नल्याइएको हो।

### जाँच गर्ने तरिका (How to test):

पानीमा घुलनशील जस्ताको परीक्षण गर्नको लागि नाईट्रोजनको पाठमा भने जस्तै गरी जाँच सकिन्छ। तर जिंकनको रोकवट सचेतनता कम छ। त्यसो हुँदा माटोमा बढी भएको अवस्थाको जिंकलाई मात्र यसले छुन्याउन सक्दछ। त्यसो हुँदा जस्ताको परीक्षणको लागि निसारण गर्न पानीको सट्टा १०% को सोडियम एसिटेट (५.२ पि.एच. मान भएको) लाई प्रयोग गरिन्छ। यो तरिका क्याल्सियम, म्याग्नेसियम, जस्को तह कम या फलाम म्याग्नेज र सुहाग जस्ता पानीबाट सजिलै निसारण गर्न सकिदैन, लाई पनि प्रयोगमा ल्याइन्छ। २ एम.एल. निसारण भोल ल्याऊ, प्रथम रिजेन्ट ८ थोपा थपेर (करिब ०.४ एम.एल.) र ४ थोपा दोश्रो रिजेन्ट (०.२ एम.एल.) थप मिसाऊ र २-५ मिनेट राख्। रंगिन तालिकामा रंगलाई दाँज्। विश्लेषण गर्दा ब्ल्याङ्क (Blank) सधैं बनाउनु पर्दछ। एबरीतले निसारण घोलको वफरिङ्ग कृया बलियो हुने हुँदा परीक्षणको लागि तयार पारिएको घोलको पि.एच. मान पहिलो रिजेन्ट थप पछि ८.५ भन्दा माथि छ कि छैन भनि जाँच गरि राख्नु आवश्यक छ। यदि पि.एच. मान ८.५ भन्दा तल भए केही गलत हुन सक्ने भएकोले जाँच गर्ने र ८.५ भन्दा तल भए पहिलो रिजेन्ट थप्ने गर्नु पर्दछ। पि.एच. को अलावा, दोश्रो रिजेन्टले पनि जस्ता परीक्षणलाई असर पारेको पाइन्छ। आवश्यकता भन्दा बढ्ता प्रयोग भयो भने रंग रातोमा जान्छ। आवश्यकता भन्दा कम प्रयोग भयो भने रंग निलोमा परिणत हुन्छ। त्यसो हुँदा दोश्रो रिजेन्टको मात्रा ठीक अनुपातमा राख्नु पर्दछ। नर्मल रंग भन्दा तलमाथि भयो भने कारखानाबाट निस्केका फोहोर मैलाको घोल अथवा गहुँगा धातु मिसिएको हुन सम्भावना बढी हुन्छ। विरुवाको विश्लेषण यस विधिबाट सम्भव छैन। किनकी यो तरिका जस्ता छुट्याउने सचेतनता कम हुन्छ।

### पहिचानको मापदण्ड (Standard for diagnosis):

जस्ता गुणस्तर पहिचान तालिका तल दिइएको छ।

पानीमा घुलनशील र विनिमय जस्ताको माटोमा गुणस्तर:

| रंगको सघनता                               | +        | ++                | +++  | ++++ | +++++    |
|---|----------|-------------------|------|------|----------|
| पानीमा घुलनशील जस्ता                      |          |                   |      |      |          |
| जाँचिएको नमुनाको पि.पि.एम.                | ०.२५     | ०.५०              | १.०० | २.५० | ५.००     |
| मि.ग्रा./कि.ग्रा. सुकेको माटो (पि.पि.एम.) | १.२५     | २.५               | ५    | १२.५ | २५       |
| माटोको घोलमा पि.पि.एम.                    | ३.८      | ७.५               | १५   | ३७.५ | ७५       |
| पहिचान                                    | धेरै     | अत्याधिक (Excess) |      |      |          |
| विनिमय जस्ता*                             |          |                   |      |      |          |
| जाँच गरिएको घोलमा पि.पि.एम.               | ०.२५     | ०.५               | १    | २.५  | ५        |
| मि.ग्रा./कि.ग्रा. सुकेको माटो (पि.पि.एम.) | १.२५     | २.५               | ५    | १२.५ | २५       |
| पहिचान                                    | पर्याप्त | अलिकति बढ्ता      |      | धेरै | अत्याधिक |

(\* सोडियम एसिटेट १०% द्वारा घोलित पि.एच. मान ५.२)

निसारण तरिका खेतको चिस्यानयुक्त माटोको आयतनद्वारा निसारण गर्ने तरिका (Field moisture soil by volume) बाट पानीमा घुलनशिल जस्ता, जस्को जस्ताको मात्रा (तह) कम छ भने विश्लेषण गर्न सम्भव छैन। यदि तह अधिक छ भने विश्लेषण सम्भव छ। यदि विश्लेषणको नतिजा ब्याङ्क (खाली) को भन्दा अलिकति कालो रंगको रंगिन तालिकाले देखाएमा त्यो माटोमा प्रशस्त जस्ता छ भन्ने जाने हुन्छ।

यदि जलखेती जस्ताको मात्रा ५ पि.पि.एम. छ भने तरकारी बालीमा जस्ता बढी भएर बिग्रन्छ (Sutter)। भूईँकाफल र भटमास जस्ता बढी मात्रामा सहन गर्न नसक्ने जातको रुपमा उदाहरणमा लिन सकिन्छ। यी बालीले जस्ता बढी भएको क्षती देखाउँदछन्। जब पानीमा घुलनशिल जस्ता रंग + मा छ भने माटोको घोलमा ३.८ पि.पि.एम जस्ता छ भन्ने जानिन्छ।

प्रशस्त मात्रामा जस्ता भएकोमा १०% को सोडियम एसिटेट (पि.एच.मान ५.२) निसारणबाट पहिचान गर्न सम्भव हुन्छ। माटोमा भएको जिंकको मात्रा निकाल्न ०.१ नर्मालिटीको एच.सी.एल. को निसारणको प्रयोग एउटा साधारण तरीका हो। जापानी माटोमा ०.१ नर्मालिटीबाट निकालिएको निसारणबाट जिंक २०-३० पि.पि.एम. देखाउँछ। जब जस्ताको तह २-३ पि.पि.एम. भन्दा तल भर्दछ, तब चिन्ताको विषय बन्दछ। जब जस्ताको तह १.५ पि.पि.एम. भन्दा तल भर्दछ जस्ता कमीको लक्षण देखिन थाल्दछ। जस्ता बढीबाट नोक्सानी हुने तह भनेको १५० देखि ५०० पि.पि.एम. हो। जस्ताको हानी प्रवाहित लेदे माटोमा ज्वालामुखीबाट निर्मित खरानी रंगको माटोमा भन्दा बढ्ता हुन्छ। त्यसो हुँदा ठीक रुपमा माटो विश्लेषण गरि जस्ताको कमी पत्ता लगाउन एटोमिक एबजर्पसन स्पेक्ट्रो फोटो मिटरलाई सिफारीस गरिन्छ।

## तामाको कमी (Copper Deficiency):

सुंगुरको खानामा तामाको मात्रा कति चाहिन्छ भनि जानकारी लिन एउटा परिक्षण गरिएको थियो । परिक्षण ६ पि.पि.एम., १६ पि.पि.एम. र १०६ पि.पि.एम.को मात्रा खानामा राखिएको थियो । सुंगुरको बृद्धिमा यो मात्राले कुनै असर देखाएन । त्यसो हुँदा सुंगुरको लागि तामाको आवश्यकता करिब ४ देखि ६ पि.पि.एम. आवश्यक पर्ने विचार गरियो । यो मात्रा साधारणतया प्राकृतिक खानामा पाइन्छ । अर्कोतिर सुंगुरको दानामा २५० पि.पि.एम.को मात्रामा निलोतुथो (Copper Sulphate) मिसाउँदा सुंगुरका पाठाको विकास ७-८ प्रतिशतको दरमा बृद्धि भएको पाइयो । त्यसो हुँदा २५० पि.पि.एम. तामा सुंगुरको दानामा मिसाउनको लागि जानकारी गराइयो । तर १९८४ मा कृषि, वन र मत्स्य मन्त्रालयले सुंगुरको खानामा तामाको मात्रा तपशिल बमोजिम हुने कुरा सिर्मांकन तोक्यो । दुध चुस्ने (२ महिना भित्रको) पाठापाठी । सुंगुरको लागि अधिकतम मात्रा १२५ पि.पि.एम. बृद्धि अवस्था (२ देखि ४ महिनासम्म) ५० पि.पि.एम. र तौल प्राप्त गरी सकेको सुंगुरको लागि २० पि.पि.एम. मात्रा प्रयोग गर्ने तोकियो ।

यसरी नै बाट विरुवाका विकासको लागि विभिन्न स्थानहरूमा तामा कमीको लक्षणहरू देखिएनन् तर तामा प्रयोग गर्दा राम्रो नतिजा पाइयो । कोबे शहरको नजिकै रोक्कुसानको ग्रेनाईट पेट्रक पदार्थ बाट निर्मित माटोलाई उदाहरणको रूपमा लिन सकिन्छ । तामा कमीको लक्षण अतिन्यून अवस्थामा बाहेक मुस्किलले देखा पर्दछ । होक्काइदो, आवोमोरी, ईवाते र मियागीमा गहुँ र जैमा तामा कमीको लक्षण देखा पर्‍यो तर प्याज र तोरी वालीमा भने तामा कमीको लक्षण देखा परेन । त्यसो हुँदा तामा कमीको लक्षण जल खेतीको परिक्षणको आधारमा तपशिल बमोजिम जानकारीमा ल्याइयो ।

## कमीको लक्षण (Deficiency Symptoms):

जल खेतीको आधारमा काँक्रोमा तामा कमी हुँदा नयाँ पातको विकाशमा बहूतै खराब असरपरेको पाइयो । टुप्पातिरको पातको विकास हुन सकेन, सिलिन्डर जस्तो भै दोब्रियो (Rolling cylindrical) । माफ्को पात ओईलाएको जस्तो देखियो, पातका नशामा हरित रंग राम्रै संग रह्यो, किनाराले पाण्डुरता देखायो साथै क्रमशः हरित दागहरू हट्दै गए । यस प्रकारका लक्षणहरू माथिल्लो पातमा प्रशस्त रूपमा देखा पर्‍यो ।

ओरियन्टल मेलन (Oriental Melon) वालीमा नयाँ पातमा मात्र तामा कमीको लक्षण देखियो । पात पहेलिए, विरुवा कमजोर देखिनुका साथै विरुवाको विकास रोकियो । फेद तिरका पातले कुनै किसिमको लक्षण देखाएनन् । यस्को मतलब तामाको विरुवामा परिवहन हुने क्षमता कम हुने हुनाले यस्तो लक्षण देखिएको हो ।

होक्काइदो, आवोमोरी, ईवाते र मियागीमा गहुँ र जैमा तामाको कमीको कारणले वालीमा थारोपना देखियो । पात नपहेलिकन हरियो नै रहे । अति कमीको अवस्थामा भने पातहरू विरुवा अवस्थाबाटै राम्रोसँग बढ्न सकेनन् र विरुवाले पहेलोपनाको साथै पातको टुप्पामा सेतो पना देखा पर्‍यो । बाला लागेन, बालाहरू माथिल्लो पातले बेरिएकै अवस्थामा रहेको पाइयो ।

यसरी नै आरु, स्याउ र नास्पातीमा तामा कमीमा नयाँ हाँगाहरूको बोकामा फोका देखा पर्‍यो । फोकामा गम जस्तो तरल पदार्थ देखियो । फलस्वरूप फोकाहरूको किनारा खैरो रंगको भए, रस आउने बाटो (Grove) देखा पर्‍यो र यसै बाटो बाट तरल पदार्थ बगेको पाइयो ।

### तामाको काम:

तामायुक्त सबै प्रकारका इन्जाइमहरू आणविक प्राणवायु र इलेक्ट्रोनको परिवहन गर्ने काममा आउँदछन् । यी इन्जाइमहरूमा मोनोफेनोल अक्सिडेज, पोली फेनोल अक्सिडेज र अस्कर्वेट अक्सिडेजको पहिचान भइसकेको छ । साधारणतया यी इन्जाइमहरू कोषको रोमछिद्र (Vacuole) मा रहन्छन् । जब कीरा तथा रोग आदिले विरुवाको तन्तुहरूमा (Tissue) आक्रमण गर्दछन्, त्यती बेला इन्जाइमहरूले त्यसलाई वचाउन प्रतिक्रिया गर्दछन् । प्रतिक्रिया बाट फेनोलको निर्माण हुन्छ, जसले प्रोटीनको गुणमा परिवर्तन गरी शुष्म जीवाणुहरूलाई नष्ट पार्दछ ।

स्याउ अथवा नास्पातीको बोक्रा छोडाए पछि फल खैरो रंगमा परिणत हुने पोलीफेनोल अक्सिडेजको कारणबाट भएको एउटा उदाहरण हो । अर्को उदाहरणको रूपमा Ecdysis पछि कीराहरूको छाला बलियो हुनेलाई लिन सकिन्छ । यो तामायुक्त टाइरोसाइनेज इन्जाइमका कारण हुने गर्दछ । टाइरोसाइनेजले टाइरोसिनलाई डोपा कुइनोनमा बदल्न मद्दत गर्दछ । यो डोपाकुइनोनले बाह्यतीचा निर्माण गरी आवरणलाई बलियो पार्दछ ।

साईटोक्रोम अक्सिडेज, स्वास इन्जाइम प्रणालीको अन्तिम अक्सिकरण गर्ने (Terminal Oxidizing Enzyme) इन्जाइम हो । तामालाई फलामको (Heme Iron) बराबरीमा समावेश गरिएको छ र यो प्रशवाससँग सम्बन्धित छ । तामाको कमीको अवस्थामा प्रकाश संश्लेषण क्याकलापमा नराम्रोसँग असर पार्दछ ।



काँक्रोमा तामा कमीको लक्षण



क्लोरोप्लाष्टमा प्रशस्त मात्रामा तामा हुन्छ । खास गरेर प्लास्टो साईनाईन् तामा भएको प्रोटीन हो । क्लोरोप्लाष्टमा आधा-आधी जस्तो तामा हुन्छ । प्रकाश रसायन (Photochemical System) प्रणाली एक र दुईको बीचमा इलेक्ट्रोनलाई साईट्रोक्रोम एफ (Cytochrome F to P 700) बाट पि. ७०० सम्म परिचालन गर्दछ ।

तामा कमी भएको अवस्थामा पाण्डुरता देखिने, नयाँ पातको विकास रोकिने र थारो रहने काम सजिलै देखिन्छन् । बाँभोपनामा खास गरेर पुलिङ्ग बाँभो हुन्छ । गहुँमा तामा कमी हुँदा परागकोठा (Anther) र परागकण सानो भएर जान्छ तर भ्रूण भने साधारण अवस्थामा नै रहन्छ । परागकणका मातृकोश विभाजनसँग तामा सम्बन्धित भएको विश्वास गरिएको छ । त्यसो हुँदा नयाँ पातमा पहेंलोपना र विकास रोकिने कृया प्रकाश संश्लेषणको कमीले मात्र नभै इन्डोल एसिटिक एसिडको कृयाकलापको कमी हुनाले पनि हो । तामा इन्डोल एसिटिक एसिडसँग अप्रत्यक्ष रूपमा सम्बन्धित भएको विश्वास गरिएको छ ।

यस कितावको लेखक सानो छँदा निलो रगत भएको देखा चकित भएको थियो । रगतको रंग हेमोसाईनाईन् हो । शंखे कीरा, गंगटो आदिको रगतमा बिनारंगको जन्मे भाग (Plasma) मा यो पाइन्छ । हेमोसायनाईन् आणविक अक्सिजनसँग संलग्न हुन्छ र शरीर भरीको तन्तुमा (Tissue) वितरण हुन्छ । उदाहरणमा हेमोग्लोबिनलाई लिन सकिन्छ । गड्यौलाको र लगवर्मको रगतको रंग हरियो हुन्छ । यस्तो अवस्थामा यस्तो रंगलाई इरिथ्रोक्रुओरिन (Erythrocruorin) भन्दछन् । जसमा फलाम समावेश हुन्छ ।

माथि वर्णन गरे बमोजिम प्राणीहरूको लागि तामा आवश्यक तत्वको रूपमा धेरै पहिला नै जानकारी थियो । तामाले रगतको रंगमा मात्र भूमिका खेल्दैन । यस्तै रेटिकुलोसाईट (Reticulocyte) लाई परिपक्व पार्ने र इलाष्टिन निर्माण गर्ने काममा पनि भूमिका खेल्दछ । यो एक प्रकारको Scleroprotein हो । यो प्रमाणित भैसकेको छ कि तामाको कमीबाट सुँगुरमा रक्त संचार विमारी (Circulatory Illness) हुन्छ । त्यसो हुँदा सुँगुरको दानामा तामा मिसाईन्छ । यु.के.का धेरै अनुसन्धान कर्ताहरूले यसको बारेमा प्रष्ट पारिसकेका छन् ।

### कमी हुने कारणहरू (Causes of Deficiency):

माटो बन्ने पैतृक पदार्थमा तामाको मात्रा कम हुनु नै तामा कमी देखिनुको मुख्य कारण हो । साथै अत्यधिक मात्रामा प्राँगारिक पदार्थ माटोमा थप्दा र पि.एच.को तह बढ्दा पनि तामा कमीको लक्षण देखा पर्न सक्दछ । तामा प्राँगारिक पदार्थसँग बलियो संग बढिन्छ । तामा र प्राँगारिक पदार्थका बीचमा बलियोरुपले स्थिरभै बाँधिने हुनाले धेरै जीवांश (humus) भएको माटोमा तामा अघुलन शिल भएर जान्छ ।

यु.एस.ए.का केही प्रतिवेदनहरूले पिट स्वायल (आंशिक विघटित प्राँगारिक माटो) भएको जग्गा जो भरखरै आवाद गरिएको ठाउँमा र शिपि (Shells) युक्त बलौटे माटोमा तामा तत्वको कमी भएको लक्षण देखा पर्ने कुरा बताएका छन् ।

### मिल्दा-जुल्दा लक्षणहरू (Similar Symptoms):

यस कितावका लेखकको अनुभवमा तामा कमीसँग मिल्दा-जुल्दा लक्षणहरू पाईदैनन् । तरकारी बालीमा मुस्किलले तामा कमीका लक्षणहरू पाइने भएकोले यो पाठलाई यही स्थिति गरिएको छ ।

### रोकथामका उपायहरू (Measures to meet deficiency):

माटोमा निलोतुथो राख्ने सिफारीस गरेको पाइन्छ । कति मात्रामा तामा प्रयोग गर्ने भन्ने कुरा माटोको बनेट (Texture), माटोको प्राँगारिक पदार्थको मात्रा, माटोको पि.एच.मान र सहअस्तित्व भएका आयनहरूको मौजुदा जस्तै जिंक तत्व आदिमा निर्भर रहन्छ ।

माटोमा प्राँगारिक पदार्थको मात्रा र पि.एच. कमी छ भने ५-१० के.जी.प्रति हेक्टरका दरले निलोतुथो (Copper Sulphate) र प्राँगारिक पदार्थ बढ्ता भएको र पि.एच.मान तटस्थ भएको माटोमा २० देखि ४० के.जी. निलोतुथो प्रति हेक्टरका दरले प्रयोग गर्न आवश्यक हुन्छ ।

हरेक वर्ष निलोतुथो राख्न थाल्यो भने तामा बढ्ताको समस्या देखिन सक्दछ । जब निलोतुथोको मात्रा २०० के.जी. प्रति हेक्टर पुग्दछ, त्यस बेला निलोतुथो प्रयोग गर्न बन्द गर्नु पर्दछ । यसको मतलब २०० के.जी. निलोतुथो (२५%) दिँदा ५० के.जी. तामा दिईन्छ । सुकेको माटोको स्थूल घनत्व (Bulk density) १ मानेर हलोको सियोको गहिराई लिँदा माटोको तौल प्रति हेक्टर १००० टन हुन्छ । नतिजा अनुसार माटोमा तामाको मात्रा ५० पि.पि.एम. हुन्छ । साधारणतया: १०० पि.पि.एम तामा माटोमा आपूर्ति गर्दा बढ्ता भै जलाउँदछ । त्यसो हुँदा ५० पि.पि.एम तामा हुनु भनेको सुरक्षित मात्रा हो ।

पातमा छर्ने सम्बन्धमा ०.२% देखि ०.४% को निलोतुथोको घोल सिफारीस गरिएको छ । ०.५% को निलोतुथोको घोल जापानमा फारनाशकको रूपमा प्रयोग गरिन्थ्यो । तामाको कारणबाट बिरुवामा घात नपरोस् भनि निलोतुथोसँग क्याल्सियम अक्साईड (CaO) मिसाउनु पर्दछ । यसरी निलोतुथो (CuSO<sub>4</sub>) मा क्याल्सियम अक्साईड मिसाई बनाइएको घोललाई छारीय निलोतुथो भनिन्छ । तेजावले गर्दा सुस्त-सुस्त घोलिन्छ । निलोतुथोको मात्राको आधा मात्र क्याल्सियम अक्साईडको आवश्यकता पर्दछ ।

### ● निलोतुथो र क्याल्सियम अक्साईड मिसाउने तरिका:

०.४% को निलोतुथोको १० लिटर घोल तयार पार्नको लागि ४० ग्राम निलोतुथो एउटा प्लाष्टिकको बाल्टीमा राख्नु पर्दछ । यसलाई राम्रोसँग तातो पानीमा घोल्नु पर्दछ । यसलाई ८-९ लिटर आयतन बनाउनु पर्दछ । त्यसपछि २० ग्राम क्याल्सियम अक्साईड प्लाष्टिक भाँडोमा राखी यसलाई पनि थोरै मात्रामा तातो पानी राखी घोल्नु पर्दछ । त्यसपछि १ देखि २ लिटर पानी थपि क्याल्सियमको घोल बनाउनु पर्दछ । यो घोललाई धातुको मसिनो चालनीबाट या कपडा राखी छान्नु पर्दछ । सोच्न पर्ने कुरा घोलको तापक्रम यी खुडिकला पार गर्दा कम गराउनु पर्दछ । क्षारीय निलोतुथो न्यून तापक्रममा राम्रो बन्दछ । अन्त्यमा निलोतुथोको घोललाई यो घोलमा थोरै-थोरै खन्याउँदै जानु पर्दछ र राम्रोसँग चलाउँदै जानु पर्दछ । यसो भएन र क्याल्सियम अक्साईडको घोल (इमलसन) लाई निलोतुथोको घोलसँग मिसायो भने मिश्रणको

घोल राम्रो बन्दैन । किनकी क्षारीय अवस्थाको निलोतुथो मसिनो (मिहीन) हुन्छ र राम्रोसंग तैरिएको हुन्छ र राम्रो संग मिसिन सक्दैन । यदि क्याल्सियम अक्साईडको सट्टा क्याल्सियम हाईड्रोक्साईडको प्रयोग गर्नु परेको खण्डमा मात्रा अलिकति बढ्ता आवश्यक पर्दछ । २० ग्रामको ठाउँमा ३० ग्राम राख्नु पर्ने हुन्छ । माथि लेखिएको तरिका बोडो मिक्स्चरको बनाउने तरिकामा आधारित छ । यस्ताई ४:२ तरिका पनि भनिन्छ । यसको अर्थ ४ ग्राम निलोतुथो २ ग्राम क्याल्सियम अक्साईड १ लिटर पानीमा मिसाउनु हो । यस्तो प्रकारको मिश्रणको छर्काई रोगबाट बचाउन प्रभावकारी हुन्छता पनि यो तयार गर्न त्यति सजिलो छैन । साधारणतया: ४:४ को तरिका तामा बढ्ता नसहने बालीहरुलाई उपयोगी हुन्छ । चाईनिज बन्दा, जापानी मूला, बन्दा, वेल्स अनियोन, भटमास, मृगौले सिमी, गहुँ, जापानी खुर्सानी, आरु र हलुवावेदलाई ४:४ को बोडोमिक्स्चर प्रयोग गर्नु पर्दछ । ४:२ को तरिकाको बोडोमिक्स्चर क्याल्सियम बढ्ता नसहने बालीहरुलाई उपयुक्त हुन्छन् । काँको खरबुजा, तरबुजाहरु, फर्सी, ओरिएन्टल मेलन (Oriental Melon) र अंगुर बालीलाई क्याल्सियम बढ्ता नसहने बालीको उदाहरणको रूपमा लिन सकिन्छ ।

४:३ को बोडोमिक्स्चर अन्तरखाले बाली जस्तै गोलभेंडा जस्तोमा प्रयोग गर्न सकिन्छ । यसैगरी १० लिटरको बोडोमिक्स्चरको घोलमा ४० देखि ८० ग्राम जिंक सल्फेट मिसाएमा निलोतुथोबाट हुने जलनलाई (Injury) घटाउन सकिन्छ । यसको मुख्य कारण, जस्ताले (Zinc) माटो बाट तामा सोस्ने कामलाई दवाईदछ अर्थात् प्रतिकूल असर पार्दछ । प्राय: १५०० देखि १८०० लिटर बोडोमिक्स्चर प्रति हेक्टरका दरले तरकारी बालीलाई र १८०० देखि ४००० लिटर प्रति हेक्टर फलफूल बालीमा बोडोमिक्स्चर छर्ने गरिन्छ । यसको अर्थ जब ४:४ को बोडोमिक्स्चरको घोल तरकारी बालीमा छरिन्छ भने ६ देखि ७.२ के.जी.प्रति हेक्टर निलोतुथो आपूर्ति गर्नु पर्दछ । त्यसरी नै फलफूल खेतीमा ७.२ देखि १६ के.जी. निलोतुथो (Copper Sulphate) प्रति हेक्टरका दरले आपूर्ति गर्दा तामा कमीको लागि सिफारीस गरिएको मात्रामा मिल्न पुग्दछ ।

## तामा बढी (Causes of Excess):

### बढीको लक्षणहरु (Excess Symptoms):

तामा बिरुवामा सजिलै परिवहन हुँदैन । तामा बढी भई जलाउने (Injury) काम भएमा यसले आफ्नै प्रकारको लक्षण तथा गुणहरु देखाउँदछ । गहुँगा धातुहरु बढ्ता भएको खण्डमा नयाँ पातहरु पहेँलिनै लक्षण देखिन्छन् । फलामको कमीमा देखिने लक्षण जस्ता लक्षण उदाहरणमा लिन सकिन्छ । तर यस कितावको लखक र सहकर्मीहरुले जलखेती परिक्षणमा तामा बढ्ता हुने लक्षणमा प्रायजसो लक्षण सर्वप्रथम तलका (फेदका) पातमा देखाएको पाए । तामा बढ्ता हुँदा मुख्यत: जराको विकासमा असाधारण तरिकाले घटेको पाईयो । जरामा बढ्ता तामा जम्मा भयो । बिरुवाको माथिल्लो भागतिर गतिशिल भएन । त्यसो हुँदा तामा बढ्ताको लक्षण पातमा मुस्किलले देखा पर्‍यो । गमला परीक्षणको अवस्थामा पनि बिरुवाको विकास रोकिनु बाहेक बिरुवा खास किसिमको आकृतिमा फरक देखिएन ।

तामा पनि प्रोटीनको SH समूहसँग पारो र आर्सेनिक बाँधिए जस्तै बाँधिएको हुन्छ । SH समूह धेरै प्रकारका प्रोटीनहरुमा हुन्छन् । मुख्य रूपले यी इन्जाइमहरु र प्रशवास क्यासंग सम्बन्धित हुन्छन् । उदाहरणको रूपमा डिहाईड्रोजेनेजलाई लिन सकिन्छ । त्यसोहुँदा तामा बढ्ता भई बाँधने क्याको कारणले गर्दा जराको प्रशवास क्या रोकिन्छ । यसको नतिजा अरु खाद्यतत्वहरु समेत सोस्न रोकिन्छ । तामा बढ्ता भएको खण्डमा जलखेती परीक्षणमा प्राय: वायुजरा (Aerial Root) को विकास हुन्छ । फेदका पातको मध्य नशामा पहेँलोपना देखिन्छ । खास कारण खाद्यतत्वको गतिशिलता रोकिनुको कारणबाट यस्तो भएको अनुमान गरिएको छ ।

### बढी हुने कारणहरु (Causes of Excess):

तामा खानी या कारखानाबाट पानी दुषित भै प्रयोग भएमा बालीमा तामा बढ्ता भै बालीले विषालुपना देखाउँदछ । केही घटनामा बाहिरी अथवा आवरणको कारणबाट पनि तामा बढ्ता भएको लक्षण देखा पर्दछ । उदाहरणमा, लगातार बोडोमिक्स्चर रसायनहरु प्रयोग गर्दै जाँदा तामा एकीकृत हुन जान्छ र तामा बढ्ता भएको लक्षण देख्न सकिन्छ । माथि भनिए जस्तै ४:४ को बोडोमिक्स्चर एक पटक छर्दा पनि ६-१६ के.जी. तामा प्रति हेक्टर खेतमा थपिन्छ । एवं तरिकाले हरेक वर्ष कृषकले मिश्रण प्रयोग गर्दछन् । यस प्रकार थपिँदा तामाको मात्रा बढ्ता हुन जान्छ । यदि माटो अम्लिय छ भने तामाको घुलनशिलता बढ्दछ । यस्तो अवस्थामा तामा बढ्ता भै जलेको (Injury) देख्न सकिन्छ । नागाई (तोतोरी विश्व विद्यालय) ले यस्ताई नास्पातीको फलाम कमीको लक्षण तामा बढ्ता भएर भएको तथ्य प्रष्ट पार्नु भएको छ । (तोतोरी प्रिफेक्चरमा लगातार बोडोमिक्स्चर प्रयोग गर्दाको नतिजाले गर्दा फलाम कमीको लक्षण देखा परेको थियो) ।

तामा बढ्ता हुनुको दोश्रो कारण तामा मिसिएका रसायनहरुको गलत प्रयोगले तामा बढ्ताको लक्षणहरु देखिन्छन् । धानको बेर्नामा देखिने डडुवालाई रोकथाम गर्न क्लोरोथालोनिल (Chlorothalonil) को प्रयोग बढी प्रचलन भएको र यसको प्रयोगको कारणबाट तामा बढ्ता भई लक्षण देखापरेको उदाहरण देखिएको छ । यसरी नै क्लोरोथालोनिलको अलावा कपर अक्सिक्लोराईड पनि किसानहरुले प्रयोगमा ल्याउँदछन् । यी दुवै रसायनहरु स्टेरिलाईजर हुन् र दुवैको प्रयोग बढ्ता भएमा तामा बढ्ता भएको लक्षण देखाउँदछन् ।

तेश्रो कारणमा सुँगुर विष्टा हुन सक्दछ । कृषकले लगातार सुँगुरको विष्टा मलको रूपमा प्रयोग गरे भने प्रति इकाई सुब्बा तौलमा १००० पि.पि.एम. तामा माटोमा थपिन्छ र तामा बढ्ता भएको समस्या देखा पर्न पनि सक्दछ । उदाहरणको लागि यदि ५० टन आलो बंगुरको विष्टा (८० % जति चिस्थान भएको) प्रति हेक्टरका दरले ५ वर्षसम्म राख्दा ५० के.जी. तामा थपिन्छ । यसरी नै २० टनका दरले कम्पोष्ट बनाएर (विघटित गरिएको) सुँगुरको विष्टा (३५% जति चिस्थान भएको) प्रयोग गर्दा ६५ के.जी. तामा थपिन्छ । यसरी सुँगुरको विष्टा प्रयोग गरेको माटोमा हिसाव गर्दा ५०-६० पि.पि.एम. तामा थपिएको पाईन्छ । सुँगुरको विष्टामा पाईने तामा माटोमा कम घुलनशिल हुन्छ । कम घुलनशिल हुनुको कारण यो प्रांगारिक पदार्थसंग बलियो रूपमा बाँधिएको सम्भावना हरू पाइन्छन् । सुँगुरको विष्टाले बिरुवाको विकासमा तिब्रता ल्याउँदछ । यसको अलावा सुँगुरको दानाको लागि गाइडलाईन छ । त्यसो हुँदा यो खतरामुक्त छ । कहिलेकाहीँ यस्तो खतराको बारेमा जानकारी लिनु पर्दछ ।

## मिल्दा-जुल्दा लक्षणहरू (Similar Symptoms):

साधारणतया: तामा बढी भएको अवस्थामा बिरुवाको विकास रोकिनु र पातमा पूर्ण रुपमा पाण्डुरता देखिनु बाहेक तरकारा बालीले खास अनौठो किसिमको लक्षण देखाउँदैन। त्यसो हुँदा यी लक्षणसंग मिल्दा-जुल्दा लक्षणहरू खास गरेर गहुँगा धातुहरूको मात्र बढी हुँदा देखिने लक्षणहरू पाइन्छन्।

## रोकथामका उपायहरू (Measures to meet Excess):

पि.एच.मान बढाउने सिफारीस गरिन्छ। माथि भनिएको कुरालाई मध्यनजर राख्दा तरकारी खेती गर्दा पि.एच.मान बढाउनको लागि कुनै समस्या छैन। प्रांगारिक पदार्थको आपूर्तिमा पनि निर्धारित मात्रा प्रयोग गर्न सिफारीस गर्नु पर्दछ। प्रांगारिक पदार्थ बढ्ता भएमा, प्रांगारिक पदार्थ र तामा स्थिर रुपमा बाँधिन्छन् र बढ्ता तामा अधुलनशीलमा परिणत हुन्छन्।

तेश्रो जस्ता आपूर्तिको सिफारीसलाई हेर्दा जस्ता र तामा बिरुवाको जराको एउटै भागबाट बिरुवाले सोस्दछ। जस्ताको पाठमा बताए अनुरूप जस्ता बढ्ता भएको ठाउँमा तामा आपूर्ति प्रभावकारी देखिदैन। यस्को विपरीत तामा अधिक भएको ठाउँमा जस्ता प्रयोग प्रभावकारी देखिन्छ। उदाहरणको लागि सुंगुरलाई लिन सकिन्छ। यो थाहा भएकै कुरा हो कि सुंगुरको दानामा २५० पि.पि.एम. थप गर्दा कहिलेकाहीँ तामाको विषालुपना देखिन्छ। तामाको विषालुपना देखिँदा एनेमिया र जन्डिस जस्ता लक्षण देखा पर्दछन्। यो विषालुपनालाई २५० देखि ५०० पि.पि.एम.को जिंकप्रयोग गरी रोक्न/बचाउन सकिन्छ। खास गरेर जस्ता थप गरिन्छ। बिरुवामा पनि सुंगुरमा गरिएको परीक्षण सरहने हो तर यस कितावको लेखकले खेतमा यस्ता किसिमका लक्षण र समस्या देखेको छैन। क्याल्सियम सिलिकेट र स्टिलबाट परिवर्तन भै बनेको कीटलाई आपूर्ति गर्दा घटाउन सकिन्छ। यस्को बारेमा केही प्रतिवेदनहरूले तामा र फलाम या म्याङ्गानेजसंग प्रतिकूल असर पार्ने भएर यस्तो हुने जनाएका छन्। यस्को अलावा यी वस्तुहरूले प्रतिकूल असरको साथै पि.एच. बढाउँदछन् र फलामको जलनलाई कम गर्दछन्। खानीबाट प्रदुषित क्षेत्रमा प्रदुषित माटोलाई थिग्याउन थिग्याउने ब्यासिन (खाडल) बनाएर प्रदुषित माटो थिग्याएर मात्र सिँचाई दिने गरिन्छ। प्रदुषित माटो हटाएर, राम्रो माटो ल्याएर राख्न (जसलाई माटो हटाउने र ड्रेसिङ गर्ने भनिन्छ) निकै ग्राहो हुने हुँदा, माथिको तरिका अपनाउन सरल हुन्छ। जिकीहारा (ह्यूगो) ले भन्नु भएको छ- प्रदुषित पानीबाट आएको तामा हलोका सियोको पिँधमा बस्दछ र यो मुस्किलले उपसतहमा जान्छ। त्यसो हुँदा उपसतहलाई भेट्ने गरी जोताई गरेर तलको माटो माथि ल्याइन्छ। व्यवहारिक रुपमा यो प्रभावकारी देखिएको छ। ह्यूगो प्रिफेक्चरमा यही तरिका अपनाईएको छ।

## तामा जाँच गर्ने सरल तरिका (Easy test for Copper):

ह्यूगो प्रिफेक्चरमा तामा जाँचको आवश्यकता नठानेर यो कितावको लेखकले सजिलो रुपमा तामा जाँच गर्ने बारेमा सोचेको छैन। होक्काइदोमा भने तामाको कमीको कारणबाट गहुँमा बाँभोपना देखिएको छ। मिजुनो (होकाईडो केन्द्रीय कृषि अनुसन्धान संस्था) ले समस्याको अध्ययन गरेका छन् र तामा पत्ता लगाउने तरिकाको विकास गरेको छन्। त्यसैले सार संक्षेप यहाँ प्रष्ट्याइएको छ।

१. प्रायः सबै प्रकारको माटो जहाँ तामाको समस्या देखिन्छ, त्यहाँ कुल २० पि.पि.एम. तामा नै देखा पर्दछ। जबकी कुल तामाको जानकारी लिनु आवश्यक पर्दैन।
२. खनिज माटो ०.१ नर्मालिटीको हाईड्रोक्लोरिक एसिडमा घुलनशील तामा (माटो १:५ मा निसारण गर्दा) ०.२ पि.पि.एम. भित्रमा बाँभोपना देखिन्छ। तर पिट माटो (प्रांगारिक अर्धविघटन भएको माटो) मा भने यो मात्रा ०.३ पि.पि.एम. भित्रमा पाइन्छ। जब ०.१ नर्मालिटीको HCl ले निसारण गर्दा ०.२ माईको ग्राम प्रति एम.एल. माटोमा (घन आयतनको आधारमा) हुँदा बाँभोपना पाईदैन।
३. गहुँको राम्रो बृद्धिको लागि ०.१ नर्मालिटीको HCl को निसारणबाट निस्केको ०.५ पि.पि.एम. तामा आवश्यक पर्दछ। तामा कमी भएको ठाउँमा २० के.जी. निलोतुथो प्रति हेक्टरका दरले प्रयोग गर्दा प्रशस्त हुँदैन। किनकी ०.१ नर्मालिटीको HCl संग घुलनशील तामा ०.५ पि.पि.एम.मा पुग्दैन।
४. बाली भित्र्याउने समयमा गहुँको माथिल्लो भागको तामाको मात्रा पत्ता लगाउन ठीक गुणस्तर दिन सक्दैन। किनकी तामाको कमी भएको बोटमा प्रशस्त मात्रामा तामामा कमी भएको पाइन्छ। बालासम्म तामा पुग्न सक्दैन।
५. तामा कमीको लक्षण देखिएको बिरुवामा असाधारण रुपले फलाम बढ्ता भएको पाइन्छ। जब तामा र फलामको अनुपात ०.००८ मा बाँभोपना देखिन्छ। जब अनुपात ०.००१ मा फाटफुट बाँभोपना देखा पर्दछ। जब अनुपात ०.०१ देखि ०.०१५ मा हुन्छ भने यो संकीर्ण (Critical) अवस्था हो। जब यो अनुपात ०.०२ भन्दा माथि भयो भने यो समस्या देखा पर्दैन।
६. रसायनिक परीक्षण नगरी समस्या पहिचान कसरी गर्ने ?  
बाढीले थुपारेको माटो, ज्वालामुखीको खरानीबाट निर्मित माटो या पिट माटोमा तामा कमीको लक्षणहरू देखिन्छ (गहुँ र जै पहिला नलगाएको या लगाए पनि न्यून बृद्धि देखिएको ठाउँ)। त्यसो हुँदा यस्ता ठाउँमा परीक्षण गर्ने। परीक्षण गर्दा तामा कमी हो या हैन भन्ने जानकारी हुन्छ। २० के.जी. निलोतुथो प्रति हेक्टरका दरले प्रयोग गर्ने या ६:६ को ब्रोडोमिक्स्चर बाला ननिस्कँदा सम्म छर्ने। ०.०१% को निलोतुथोको छराईले गहुँ र जैमा रासायनिक जलाई (Chemical Injury) हुने हुँदा यसलाई ध्यानमा राखी छर्नु पर्दछ।

तामा बढ्ताको हकमा जापानको माटोको प्रदुषण बचाउने गुणस्तर कानुनलाई पालना गर्दा लाभदायी देखिन्छ। कानुन अनुसार माटोमा करिब १२५ पि.पि.एम. तामा पाइयो भने (०.१ नर्मालिटीको HCl को निसारण) यसलाई तामाबाट प्रदुषित माटोमा घोषणा गरिएको हुन्छ। यदि तामाको मात्रा १२५ पि.पि.एम. पाइयो भने त्यो जग्गामा लगाइएको धानको १०% उत्पादन घट्दछ। तरकारीमा पनि यस्तै प्रकारका नतिजा पाईन्छ। धानको उत्पादनमा तुलना गर्दा माटोको पि.एच. प्रांगारिक पदार्थको मात्रा र माटोको बनेोट (Texture) अवस्थामा निर्भर रहन्छ। यदि पि.एच. कम छ, प्रांगारिक पदार्थ पनि कम छ र माटोको कणहरू खस्रा छन् भने तामाको जलन धेरै बढ्ता देखिन्छ।

## निकेल बढी (Nickel Excess):

सन् १९८२ को कुरा हो, ओयो शहरको यावुगुन (ह्योगो प्रिफेक्चर) का कृषकहरूले रिसाएर यस लेखकसंग यस प्रकारको माग राखेका थिए— कृषकहरूको भनाई यस प्रकारको थियो “यो के भएको ? प्रष्टसंग भन, के ? यो माटो खेतीपातीयोग्य छैन ? यो जमीन मैले सारा पैसा लगाएर त्यत्तिले मात्र नभै ठूलो रकम ऋण लिएर किनेको हो । माटो सुधार गर्न लामो समय लाग्दछ, माटो सुधार सम्बन्धी यस्तो प्रकार भन्नुको अर्थ के हो ? हामी खेतीपातीमा निर्भर रहने व्यक्ति ५ वर्षसम्मको लामो समय पीडित हुन सक्दैनौं ।”

यो प्राकृतिक ससारमा त्यहाँ अनौठो प्रकारको माटो थियो । यस्तो प्रकारको माटो सर्पेन्टेन्टिनाइट, पैतृक पदार्थबाट निर्माण भएको थियो । यस्मा प्रशस्त मात्रामा निकेल, क्रोमियम, कोबाल्ट र म्याग्नेसियम थियो । यस्तो प्रकारको माटो ह्योगो प्रिफेक्चरमा मात्र नभएर होकाइडो, क्यूसू र अरु जग्गाहरूमा पनि पाइन्थ्यो । यु.एस.ए.को मध्य क्यालिफोर्नियाको पश्चिमी भागमा यस प्रकारको माटो (सर्पेन्टाइन पैतृक पदार्थबाट निर्मित माटो) पाइन्छ । ओयो शहर यस्तै ठाउँमा अवस्थित छ । खेतीयोग्य जमीन सुधार आयोजनालाई ह्योगो प्रिफेक्चर को स्थानीय सरकारले व्यवहारमा ल्याएको थियो । खेतीयोग्य जमीनको क्षेत्र ५६ हेक्टर थियो । सर्पेन्टाइन माटो मात्र अनौठो प्रकारको नभै उच्च मात्रामा आर्सेनिक भएको माटो जो धातुहरूको धाऊबाट निर्मित हुन्छ त्यो पनि अनौठो प्रकारको माटोमा लिइन्छ । पानीको निकासद्वारा माटोको सुधार भएको पाइन्छ र अरु विविध कारणबाट माटोमा अव्यवस्थित भएको पाइन्छ । जसको कारण तिनीहरूको खेतीपाती कर्म भन्दा पहिला जानकारी थिएन । यस्तो किसिमका सबै समस्याहरू अहिले प्रायः सबै निराकरण भएका छन् र कृषकहरू खेतीपातीमा धेरै इच्छुक भएको पाइन्छ ।

धातुको कमीको लक्षणको सुधार गर्ने उपायहरू तुलनात्मक रूपमा धेरै सजिलो भएका छन् । सम्बन्धित खाद्यतत्व आपूर्ति गर्न सकिन्छ तर अर्कोतर्फ माटोमा भएका अधिक मात्राका खाद्यतत्वहरू भने हटाउन सजिलो छैन । त्यसो हुँदा अव्यवस्थित माटोलाई व्यवस्थित माटोमा लान उपचार गर्नु पर्दछ । अर्थात् धातुजन्य वस्तुहरूको व्यवहारलाई रासायनिक प्रतिक्रियाद्वारा नियन्त्रण गर्ने कुरालाई छान्नु पर्दछ ।

जापानमा त्यस्तो प्रकारका मौकाहरू माटो विज्ञहरूले प्रयोग गर्न पाएका छैनन् जो खेतमा सोभै प्रयोग होस् । यसो हुनुको कारण कृषकहरूले आफ्नो जग्गा आफ्नै ज्ञानद्वारा आफै सुधार गरेका छन् र उपयुक्त वालीको छनौट पहिल्यैबाट हुँदै आएको छ तर नयाँ आवादी गरिने जग्गामा भने प्रशस्त समस्याहरू देखिन्छन् । भूमि सुदृढीकरणलाई उदाहरणको रूपमा लिन सकिन्छ ।

यो पाठमा निकेल बढ्ता हुँदा देखाउने लक्षण र त्यसको रोकथाम सम्बन्धमा छलफल गरिन्छ । खास गरेर यस्ता प्रकारका सर्पेन्टाइन माटो जस्मा प्रशस्त निकेल हुन्छ र प्रशस्त असामान्यता देखिन्छन् ।

## बढीको लक्षणहरू (Excess Symptoms):

निकेल बिरुवामा सजिलै गतिशिल हुन्छ । निकेल जराबाट बिरुवाको माथिल्लो भागमा परिवहन हुन्छ र यस्तै पातमा अनौठो प्रकारको लक्षण पातमा देखाउँदछ । तामा र पारोलाई हेर्न भन्ने यस्तो हुँदैन । यिनीहरू सजिलै परिवहन हुँदैनन् । पानी र खाद्यतत्वहरूलाई म्याग्नेजको बढ्ता हुँदाको क्याकलाप निकेलको बढ्ता हुँदा सरहकै हुन्छ । यो लेखकले जलखेतीमा गरेको परीक्षणमा दुई वटा निकेल बढी भएको लक्षण पाएको थियो । निकेलको मात्रा ५ पि.पि.एम.को गाढा घोल परीक्षणमा प्रयोग गरिएको थियो । पहिलो लक्षण त क्लोरोसिसको नयाँ पातमा हरितकणरहित धब्बा देखिने लक्षणहरू प्रशस्त मात्रामा देखा परे र यस्तो लक्षणलाई खास रूपले लिन सकिन्थ्यो । दोश्रो प्रकारको लक्षणमा साना दागहरू देखा परे । यस्तो सानो दागहरू केवल काँक्रो, लौका र भुईँकाफलमा मात्र देखा पर्‍यो । फस्फोरस बढ्ता हुँदा या क्याल्सियम कमी हुँदा देखिने लक्षणसंग मिल्दा-जुल्दा बाहेक कुनै पनि धातुको बढ्ता हुँदा देखाउने लक्षणसंग देखिँदैन ।



१



२

लौकामा निकेलको बढीको लक्षण: ५ पि.पि.एम. निकेलयुक्त जलखेतीमा देखिएको निकेल बढीको लक्षण ।

यावु गुनको सपेन्टाईन माटोमा गरिएको खेत र गमला परीक्षणको नतिजालाई हेर्दा होर्काईडो कृषि अनुसन्धान केन्द्रका मिजुनोले खेती गरिएको वालीहरूमा देखिने लक्षणसंग मिल्दो-जुन्दो लक्षणहरू बताएका थिए । अनुसन्धानकर्ताले अरु ठाउँमा गरेको लक्षणहरू पनि यसै प्रकारका देखाएका थिए । यसबाट सपेन्टाईन माटोमा देखिने लक्षण एकै प्रकारका हुने पाइए ।

सपेन्टाईन माटोमा बन्दा वाली अति सम्बेदनशील देखिन्छ । माटोमा ७ पि.पि.एम. विनिमय योग्य निककेल भएको माटोमा, खोटो भएको हरियो रंगको पात देखा परे र बन्दाको गाढा हरियोपना देखायो । जब विनिमय निककेल २० पि.पि.एम. हुँदा अन्तरनशीय मृत्पना (तन्तुक्षय) देखियो र विरुवाको वृद्धिमा न्यूनता आयो । प्रशस्त मात्रा क्षती हुँदा मरेका भागहरूमा प्वाल देखा पर्‍यो । अन्त्यमा पात जाली आकार को देखियो ।

बन्दासंग तुलना गर्दा, चार्डनिज बन्दा र जापानी मूलाले निककेलको मात्रा बढ्ता सहन सक्ने देखिए । ७ पि.पि.एम. विनिमय योग्य निककेल भएको माटोमा यी वालीले केवल क्लोरोसिस मात्र देखाए । जापानी मूलामा कहिलेकाहीँ मुख्य जरा राम्रोसँग बढ्न सक्दैन र विरुवाको रूपमा देखा पर्दछ । ४० पि.पि.एम. विनिमय योग्य निककेल भएको माटोमा जापानी मूलाले शुरू अवस्थाबाटै पहेंलोपना देखाउँदछ । डाडु आकारको पात देखिनु, कहिलेकाहीँ खैरोपनाको सेतो रंग भएको, किनारा मरेको देखा पर्दछ । धेरै पातहरूमा मोजाइक (Mosaic) रूपको पहेंलोपना र डाँठको पछिल्ला पट्टि कालो रंग देखा पर्दछ ।

भटमास पनि निककेलसंग सम्बेदनशील छ । माटोमा ५ पि.पि.एम. विनिमययोग्य निककेल छ भने नशाको बीच भागमा पहेंलोपनाको रातो धब्बाहरू नयाँ पातमा देखा पर्दछन् । लक्षणहरूमा दृष्टि राख्दा, पहेंलोपना धब्बायुक्त बन्दछ, रातो धब्बा माझमा पाईन्छ । मध्यनशा रातो रंगमा परिणत हुन्छ । यो लक्षण क्याडमियम बढ्ताको लक्षण र जस्ता बढ्ताको लक्षण सरह हुन्छ ।

यस्ता जग्गामा आलु, फर्सी र जिरिको साग भने साधारण रूपमा लगाउन सकिन्छ । अर्चाङ्ग्रास, इटालियन राईग्रास, जुनेलोलाई पनि सपेन्टाईन माटोमा साधारण रूपमा उमान सकिन्छ तथा लगाउन सकिन्छ । कहिलेकाहीँ पातको नशाहरूमा सेतोपना देखिन सक्छ । वाली राम्रो नफस्टाएको देखिन सक्दछ तापनि पछि गएर यो समस्या हराएर जान्छ । धानमा भने यस्तो समस्या देखिदैन ।

### ● विरुवामा निककेलको काम:

निककेल भखैँ मात्र विरुवाको आवश्यक खाद्यतत्व हो भनेर प्रमाणित भएको छ । टोकियो विश्व विद्यालयका फुजीवारा र चिवा वि.वि.का शिमादाको प्रतिवेदन अनुरूप ०.०१-०.०५ पि.पि.एम. निककेल भएको जलको घोलमा भटमास र गोलभेंडा राम्रोसँग वृद्धि भयो यो (निककेल नराखेको घोलमा भन्दा) । यस कितावको लेखकले अकाशीको माटोमा सलगममा गरेको परीक्षण अति प्रभावकारी पाएको छ । १.४ पि.पि.एम. निककेल राखेर गरेको परीक्षणमा विरुवाको माथिल्लो भागको वृद्धि १७% र जराको वृद्धि ४७% भएको पाइयो (निककेल नराखी गरेको परीक्षणसंग तुलना गर्दा) ।

यो जानकारीमा आएको छ कि युरियज (Urease) को क्याकलापको लागि निककेल आवश्यक पर्दछ । यो विरुवामा युरियाको जल विच्छेदन क्यामा आवश्यक पर्दछ । यसको अलावा आरजीनेज, एसटाईल Actyl CoA Synthetase, ट्रिपसिन र कार्बोआईलेज जस्ता इन्जायमहरूलाई क्याशिल बनाउने क्याकलापको लागि आवश्यक पर्दछ । यो राईवो न्यूक्लिइक एसिडमा रहन्छ र RNA संरचनालाई कायम गरी राख्दछ । विरुवामा निककेल बढ्ता हुँदा हुने संयन्त्र सम्बन्धमा केही प्रतिवेदनहरूले चयनपचयनको वाटो (Metabolism path) को बारेमा प्रष्ट्याएका छन् । बढ्ता निककेल भयो भने विरुवाले फलाम शोषण गर्ने क्षमता लुकेर जान्छ ।

तिनीहरूको सिद्धान्त अनुरूप निककेल बढ्ताको कारणबाट देखिने अव्यवस्थित लक्षणहरू सजिलैसँग छुट्याउन सजिलो छैन । एसिड फस्फेटको क्याकलाप पनि रोकिने कुरा भनिएको छ । मुसामा गरिएको परीक्षणको हकमा, निककेलको मात्रा बढ्ता हुँदा साईटोक्रोम अक्सिडेज र मालिक एसिड डिहाईड्रोजीनेज इन्जाइमको क्याकलाप कम भएको थियो ।

मानिस र पशुहरूमा निककेलको विषालुपना सम्बन्धमा त्यति चिन्ता लिनु पर्दैन । जिङ्ग र म्याग्नेज सरहने साधारणतया कम विषालु हुन्छ । निककेल निम्दा मुस्किलले पशुहरूमा असर गर्दछ । तर कुखुराको दानामा निककेलको मात्रा बढ्ता भएको खण्डमा कुखुरा कमजोर भएको पाईन्छ । असरको सम्बन्धमा ७०० पि.पि.एम. भन्दा बढ्ता निककेल भएको खण्डमा असर पर्दछ । यसरीने धेरै निककेल भएको माटोमा सलगम लगाइयो भने जराको विकासमा असर पर्दछ (जराको विकास कमी भएर जान्छ) । यहाँ निककेलको मात्रा १५० पि.पि.एम.को आसपासमा थियो । साधारणतया वालीमा निककेलको मात्रा १०० पि.पि.एम. भन्दा तल नै हुन्छ ।

### बढी हुने कारणहरू (Causes of Excess):

निककेल बढ्ता हुनका मुख्यतः दुईवटा कारणहरू छन् । प्रथम कारणतः जलप कारखाना तथा निककेल खानीबाट बग्ने पानीको प्रयोग, दोश्रो कारण सपेन्टाईनबाट निर्मित माटो ।



जौमा निककेल बढीको लक्षण: शुरूमा तैसाँ घाँसहरू देखा पर्ने र पछि तिनीहरू डाँडा सेता धसामा परिणत हुने गर्दछन् । अत्यधिक असर भएको अवस्थामा तन्तु क्षय पनि हुने गर्दछ । सुक्छा समयमा यस्तो लक्षण देखा पर्दैन तर वर्षा पछि भने एक्कासी यस्तो लक्षण देखा पर्दछ । प्रायः निककेलको मात्रा १० पि.पि.एम. भन्दा बढी हुँदा यस्तो लक्षण देखा पर्दछ । (मिजुनो नाजी हास्बाट प्राप्त फोटो)



साधारणतया माटोको पि.एच.मान तल छ भने निककेल बढ्ता हुने लक्षण बढ्दछ। माटोको पि.एच.कम हुने र निककेल बढ्ता भएर जलाउने कामको सम्बन्ध भने जटिल छ। किनकी यो माटोको प्रकारमा भर पर्दछ। एकातिर होकाईडोको प्रवाहित तथा नदीले थुपारेको माटो जो खिडिने कममा छ, यस्मा म्याग्नेसियम कमी छ र माटोको पि.एच.मान अभिलय छ। अर्कोतिर यावुगुनको अवशेष माटो (Residual Soil) जहाँ पि.एच.मान उच्च छ र म्याग्नेसियमको मात्रा पनि उच्चछ। कूल निककेल र विनिमय निककेल पनि अधिक छ। यहाँ निककेल बढीको जलन देखिन्छ। धेरै किसानको भनाई छ कि पि.एच. उच्च भए पनि जलन देखिन्छ। यस्को कारण यस प्रकार छ: सपेन्टाईन माटोमा क्रोमियम र कोबाल्टका कारणबाट असमान्य लक्षणहरु नदेखिने कुरा छल्लैझिएको छ। मिजुनोको प्रतिवेदन अनुसार क्रोमियम गहुँगा खनिजहरुमा पाइन्छ। जो सजिलै खिडैदैन। निककेल, कोबाल्ट र म्याग्नेसियम हलुका खनिजहरुमा पाइन्छन्। यी सजिलै खिडिएर जान्छन् र पांगो र चिम्टे यसका उत्पादन हुन्। कोबाल्ट सरह माटोमा यसको तौल १० भागमा १ भाग हुन्छ। विषालुपना पनि अरु घातुको तुलनामा नजाँदो हुन्छ।

माथि वर्णन गरे बमोजिम सपेन्टाईन माटोमा कहिलेकाहीँ धेरै म्याग्नेसियम भएको पाइन्छ। कहिलेकाहीँ क्याल्सियम, पोट्यासियम, फस्फोरस र शुष्मत्वहरु जस्तै जिङ्ग, मोलिब्डेनम निकै कम हुन्छ। धेरै प्रतिवेदन अनुसार यी तत्वहरुले निककेलको बढी हुने लक्षणलाई प्रभावित पार्दछन्। कुनै-कुनै केशमा लक्षणलाई सघनता बनाउने र शुष्मत्व कमीको लक्षणसंग साथ दिएको पाइन्छ।

### मिल्दा-जुल्दा लक्षणहरु (Similar Symptoms):

नयाँ पातहरु पहेलिने लक्षण फलाम कमीका लक्षणसंग मिल्दो-जुल्दो हुन्छन्। जो गहुँगा धातुहरु बढ्ता हुँदा देखा पर्दछन्। पहेँलो धब्बाहरुको कारणले गर्दा निककेलको पहेँलोपना सजिलै छुट्याउन सकिन्छ।

यी धब्बाहरु म्याग्नेज बढ्ता हुँदा देखिने धब्बासंग मिल्दा-जुल्दा हुन्छन्। निककेल बढ्ता हुँदा र म्याग्नेज बढ्ता हुँदाको लक्षणहरुको भिन्नता यसरी प्रष्टिन्छ। साधारण रुपमा हेर्दा निककेल बढ्ताको कारणबाट देखिने लक्षण म्याग्नेज बढ्ता हुँदाको कारणबाट देखिने लक्षण भन्दा बढ्ता रातो हुन्छ।

बन्दामा देखिने असमानताका लक्षणहरु पातको बाहिर तिर तन्तुक्षय (नेक्रोसिस) देखिन्छ। स्प्रूडोमोनास या डाउनी मिल्ड्यू तथा व्याक्टेरियल लिफस्पोटको शुरु अवस्थाको लक्षणसंग मिल्दो-जुल्दो हुन्छ। डाउनी मिल्ड्यू साधारणतया सबै ठाउँमा देखिने रोग हो। यसले सेतो दुसी देखाउँदछ। यो सेते दुसी तलका पातको पछाडी पट्टि देखा पर्दछन्। यसको थपमा रोगका धब्बाहरु क्रमशः ठूला हुँदै जान्छन्। तर व्याक्टेरियल लिफ स्पोट रोग निककेल बढ्ता भएर देखिने लक्षणबाट छुट्याउन कठिन पर्दछ। धेरै रोग विज्ञहरुलाई सपेन्टाईन माटोमा देखिने यो लक्षणलाई रोगको कारणबाट भएको भान हुन्छ। व्याक्टेरियल लिफ स्पोटले पनि पातको बाहिरी भागमा भिजेको जस्तो साना धब्बाहरु देखाउँदछ। पछि गएर यी धब्बा हलुका खैरो रंगमा परिणत हुन्छन्। धब्बामा देखिने छेदकहरु काला र नजानिदो उठेको (Bulging) जस्तो देखिन्छ। माथि भनिए जस्तै यिनमा भिन्नता के हुन्छ भने रोगको कारणबाट देखिने लक्षणमा पहेँलोपना देखा पर्दछ भने निककेलको बढीमा मै न रंग नभै गाढा हरियो देखा पर्दछ।

सपेन्टाईन माटोमा जापानी मूला उमार्दा डाँठ र काण्डमा खैरोबाट कालो रंगको देखा पर्दछ। यो लक्षण डाउनी मिल्ड्यूसंग मिल्दो-जुल्दो हुन्छ। साधारणतया दुसीको कारणबाट देखिने पहेँलोपना पातमा र काण्डमा फाटफुट हुन्छ (Irregular)। यदि दुसीले जरामा आक्रमण गर्‍यो भने जरामा कुम भागमा कालो रंग देखा पर्दछ। यस्तो अवस्थामा पातको डाँठले पनि प्रायःजसो कालो रंग देखाउँदछ। निककेलको सम्बन्धमा जरामा कालो रंग मुस्किलले देखाउँदछ। यस्को अलावा रोग लागेको पात सजिलै भर्दछ र रोगयुक्त पात चिस्यानयुक्त ठाउँमा राखियो भने कोनिडिओस्पोर प्रष्ट रुपमा देखा पर्दछ।

जापानी मूलाको नयाँ पातमा देखिने धब्बा भने Albugo को कारणबाट देखिने सेतो सिन्दुरे (White rust) संग मिल्दो-जुल्दो हुन्छ। यो रोगले पनि दुधजस्तो रंगको सेतो सानो धब्बा देखाउँदछ। पातको पछिल्लिर सुजन जस्तो देखिन्छ। यसमा भिन्नता के छ भने रोगबाट देखिने धब्बाको रंग निककेल बढ्ता हुँदा देखिने रंग भन्दा बढ्ता सेतो हुन्छ।

### रोकथामका उपायहरु (Measures to meet excess):

हलोको सियोसम्मको माटोलाई हटाएर अर्को माटोले ढुँसिनु गर्नु राम्रो मानिन्छ। सम्भव भएमा यो राम्रो उपाय हो। दोश्रो उपाय भनेको माटोको पि.एच.मान ७.५ सम्म उठाउनु हो। यो पनि सपेन्टाईन माटो बढ्ता नभएका ठाउँमा मात्र क्याल्सियम कार्बोनेट राखेर



बन्दाकोविमा निककेल बढीको लक्षण: खैरो तन्तुक्षय धब्बा पातमा देखा पर्दछ। पात जाली आकारमा परिणत हुन्छ तर नशा भने जस्ताको तस्तै देखिन्छ। बन्दा निककेल बढ्ता हुँदा सम्बेदनशिल देखिन्छ। जब विनिमय निककेलको मात्रा ५ पि.पि.एम. भन्दा बढ्ता हुन्छ तब निककेल बढ्ताका लक्षणहरु देखा पर्दछन्। (मिजुनो नाओहार, होकाईडो केन्द्रीय कृषि अनुसन्धान संस्थान)।

पि एच वढाउन सकिन्छ । यावु गुनमा जस्तो नखिइंगरेको सर्पेन्टाईन माटोमा भने यो पनि कठीन छ किनकी सर्पेन्टाइन चट्टान अति क्षारीय हुन्छ । त्यसो हुँदा अति क्षारीय पदार्थ यस्मा थप्न सकिदैन । यहाँ यस्ता धेरै जग्गाहरु बाँझो छन् जस्तो पि एच मान ७.६ र यस्ता ठाउँमा पनि क्षारीय पदार्थ प्रयोग गरिएको छैन ।

पि एच मान ७.२ भन्दा माथि भयो भने निककेल अधुलनशिल हुन्छ भनिन्छ । निककेल कार्बोनेट या निककेल हाईड्रोअक्साइडमा परिणत हुन्छ । यदि पि एच मान ७.५ को आसपासमा छ भने पनि यस्तो ठाउँमा निककेल बढ्ता भएर देखिने नयाँ पातको पहेंलोपना कहिलेकाहीँ देख्न पाइन्छ । पहिले भने जस्तै जलन घटाउनको लागि पि एच मान वढाउने कुरा सोच्न सकिन्छ तर पि एच मान बढाएर निककेल समस्यालाई पूर्ण रुपमा रोक्न भने सकिदैन ।

यो भन्दा माथिल्लो कुरा के छ भने पि एच को मान उठाएर माथि लगियो भने तामा कमीका लक्षणहरु देखिन थाल्छन् जो खास गरेर बढ्ता क्षारीय चट्टानबाट निर्मित माटो हुन्छ । जिङ्ग कमीको लक्षण पनि देखिन सक्दछ । पि एच मान बढ्ता भएको माटोमा शुष्मतत्त्वयुक्त मलहरु आपूर्ति गर्दा पनि प्रभावकारी नहुन सक्दछ । त्यसो हुँदा यस्तो अवस्थामा शुष्म तत्वहरुको आपूर्ति गर्दा विरुवाका जरालाई शुष्मतत्त्वयुक्त मलको घोलमा डुवाउनु अथवा पातमा शुष्मतत्त्वयुक्त मलको घोल छर्नु पर्दछ । यस्ता ठाउँको पि एच मान वढाउनु पर्दा पनि विरुवाको जरा पुग्ने जति ठाउँ, २५ से.मी. जति मात्र उठाउने सिफारीस गरिन्छ तर यो पनि त्यत्ति सजिलो छैन । हलोको सियो जति माटो पनि उत्रेको हुन्छ (अर्थात् माटोको तह पातलो हुन्छ) र यो भन्दा तल ग्राभेलयुक्त हुन्छ ।

माटोको पि एच को अर्को जानकारी के छ भने पहाडी भागको भरखरै आवादी गरिएको ठाउँको पि एच मान करिब तटस्थ छ भने पनि धेरैजसो ठाउँमा २-३ वर्षमा नै अक्स्मात् रुपमा पि एच मान घट्न सक्दछ । यस्तो घटना ग्रेनाइट पैतृक पदार्थबाट बनेको माटोमा प्रायः देखिने गर्दछ । यस्तो प्रकारको माटोमा माटोको पि एच मान ४ अथवा ४ को वरिपरी पुगेको देखेर यस पुस्तकको लेखकलाई अचम्म लागेको थियो । त्यसो हुँदा खेतीपाती लगाईने ठाउँको सर्पेन्टाइनयुक्त माटोको सुधार क्रमशः गर्दै जानु पर्दछ । ६ महिनाको अन्तरालमा कम्तिमा दुई पटक माटोको पि एच जाँच गर्नु पर्दछ ।

तेश्रो सुधारमा उपयुक्त बालीको छनौट गर्नु हो । तरकारी बालीहरुमा बन्दा, चाईनिज बन्दा र जापानी मूलाहरुले असमानता देखाउँदछन् (सहन सक्दैनन्) । जिरिको सागले सहन सक्दछ अर्थात् असमानता देखाउँदैन । यस्को अलावा आलु र फर्सी यस्तो प्रकारको माटोमा राम्ररी लगाउन सकिन्छ । सायद यस्तो माटोमा बालीको सहनशिलता बालीको जातमा पनि निर्भर गर्दछ ।

उपरोक्तको अलावा सर्पेन्टाइन माटो सुधारमा तलका केही खुड्कीलाहरुलाई लिन सकिन्छ ।

१. सर्पेन्टाइन माटोमा फस्फोरस र पोटासको मात्रा कमी हुन्छ । त्यसो हुँदा यी तत्वको तहमा सुधार ल्याउनु पर्दछ ।
२. साधारणतया, मोलिब्डेनम, जिङ्ग र तामाको मात्रा सर्पेन्टाइन माटोमा कम हुन्छ । माटोमा पि एच कम भएमा मोलिब्डेनमको कमीको लक्षण देखिन्छन् । उच्च पि एच मानमा जस्ता र तामा कमीका लक्षणहरु देखिन्छन् ।
३. सर्पेन्टाइन माटोको कणहरु अर्थात् माटोको बनोट (Texture) धेरै गहुँगोबाट गहुँगो हुन्छ । त्यसो हुँदा यस्तो माटोको सुधारको लागि प्राँगारिक पदार्थ आपूर्ति गर्नु पर्दछ । प्राँगारिक पदार्थ थप्नु भनेको शुष्म तत्वहरु पनि थप्नु हो । यस्ले जरा फैलिने काम पनि बढाउँदछ । जब तरकारीको बृद्धि हुँदै जान्छ पहेंलोपना पनि हराएर जान्छ ।

## निककेल जाँच गर्ने सरल तरिका (Easy test for Nickel):

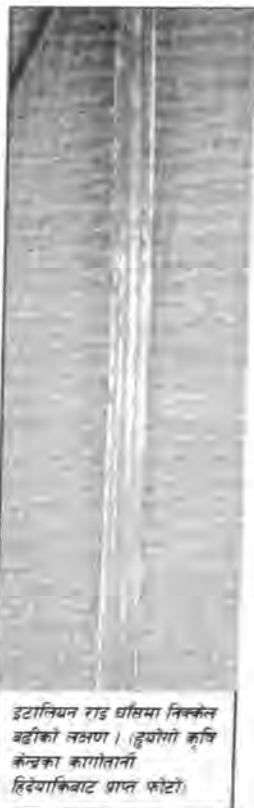
### आवश्यक रिएजेन्टहरु (Necessary Reagent):

१ ग्राम डाईमेथाईल ग्लाइयोज्काईमलाई १% को सोडियम हाईड्रोअक्साइडमा घोल्ने एउटा जानकारी के छ भने, यो रिएजेन्ट केवल निकेलसंग मात्र प्रतिक्रिया गर्दैन । यो अरु धातुहरुको आयनसंग पनि प्रतिक्रिया गरी विभिन्न जटिल लवणहरु (Complex Salts) बनाउँदछ ।

फलाम ( $Fe^{++}$ ) संग रातो रंग बनाउँदछ । तामा ( $Cu^{++}$ ) संग गाढा खैरो (Dark brown) शिशा ( $Pb^{++}$ ) र बिस्मूथ ( $Bi^{++}$ ) संग पहेंलो रंग र कोबाल्ट ( $Co^{++}$ ) संग कालोपनाको हरियो रंग विकसित हुन्छ ।

### जाँच गर्ने तरिका (How to test):

५.२ पि.एच.मान भएको १०% को सोडियम एसिटेटको निसारण भोल प्रयोग गर्ने । एक भाग सुख्खा माटोमा दुई भाग १०% को सोडियम एसिटेटको घोल राख्ने (१:२ को अनुपातमा) । कारण निककेल जति बढ्ता भयो त्यत्ति बढ्ता असमानता देखाउँदछ । अर्को कारण नखिइएको निककेलयुक्त माटोमा विनिमय योग निककेलको मात्रा कम हुन्छ ।



इटालियन राइ घाँसमा निककेल बढीको लक्षण । (हुयोगो कृषि केन्द्रका कागोतानी हिंद्याकिबाट प्राप्त फोटो)

२ एम.एल. निसारण गरिएको घोल एउटा टेष्ट ट्यूबमा मा लेऊ, दुई थोपा (०.१ एम.एल.) रिएजेन्ट राख, राम्रोसंग मिसाऊ, रंग देखिन्छ र त्यो रंगलाई करिब ५ मिनेट पछि रंगिन तालिकासंग जाँच गर ।

उचित तह भित्र हुन रिएजेन्टलाई आधा देखि चार गुणासम्म थप्नु पर्ने हुन्छ । कोठाको तापक्रम (२०° से.ग्रेड भन्दा तल राख्ने) मा विकसित रंग स्थिर हुन २-३ घण्टा लाग्दछ । उच्च तापक्रम (३०° से.ग्रे.) भएमा रंग उडेर जान्छ ।

कारखानाबाट प्रदुषित फोहोरको घोलबाट माटो प्रदुषित भएको छ भने यस्ता ठाउँमा प्रशस्त मात्रामा अवरोध गर्ने तत्वहरू पाईन्छन् । यस्तो अवस्थामा तलको तरिका अपनाउन सिफारीस गरिन्छ ।

१ ग्राम Dimethylglyoxime लाई ९०% इथाईल अल्कोहलमा घोल । दुई एम.एल. निसारण घोललाई टेष्ट ट्यूबमा लेऊ । २ थोपा २ नर्मालिटीको एमोनियम कार्बोनेट र १५ नर्मालिटीको एमोनिया पानी ४ थोपा टेष्ट ट्यूबमा थप । लिटमस पेपरले जाँच गर, यदि घोलले लिटमस पेपरलाई निलो रंगमा बदलेन भने एमोनिया पानीलाई थप र निलो रंगमा परिणत भए पछि ४ थोपा क्लोरोफर्म र ४ थोपा Dimethylglyoxime रिएजेन्ट थप । थपिसकेपछि राम्ररी मिसाऊ, यदि क्लोरोफर्मले रातो रंग देखायो भने Dimethylglyoxime मा निककेल छ भन्ने जानकारी हुन्छ ।

यो प्रतिक्रिया भनेको एमोनियम अल्कलाईन अवस्थामा निककेल Dimethylglyoxime अघुलनशील हुन्छ । तर यो Chloroform मा घुलनशील हुन्छ । अरु जटिल लवणहरू जस्तै कोबाल्ट Dimethylglyoxime पानीमा घुलनशील भएर रहन्छन् । यदि निककेल मात्रा कति छ भनि पत्ता लगाउनु छ भने यो तरिका उपयोगी छ ।

### पहिचानको गर्ने मापदण्ड (Standard for Diagnosis):

माटोमा विनिमय निककेलको मापदण्ड:

| रंगको मात्रा                        | +          | ++ | +++ | ++++ | +,+++ |
|-------------------------------------|------------|----|-----|------|-------|
| परीक्षण गरिएको घोलको पि.पि.एम.      | २.५        | ५  | १०  | २५   | ५०    |
| निसारण गरेको माटोको पि.पि.एम. (१:२) | ५          | १० | २०  | ५०   | १००   |
| पहिचान                              | धेरै बढ्ता |    |     |      |       |

तालिकामा देखाए जस्तै, जब निककेल नजाँदो रूपमा भेटियो भने पनि माटो निककेल बढ्ता भएको र खतरामा भएको जानकारी हुन्छ । रंगको मात्रा खाली (Blank) भन्दा नजाँदो गाढा देखियो भने करिब १ पि.पि.एम. परीक्षण घोलमा छ भन्ने हुन्छ र सुख्खा माटोमा २ पि.पि.एम. छ भन्ने हुन्छ । यदि निककेल मान बढ्ता छ भने चिन्ता जनक मान्न सकिन्छ । यस्तो अवस्थामा निककेलको बढीको लक्षण देखा पर्ने कुरा बालीको प्रकार र जातमा निर्भर रहन्छ । खेत बारीमा लगाइएका बालीमा विनिमय योग्य निककेलको मात्रा १.५ देखि ७.५ पि.पि.एम. भएको खण्डमा निककेल बढ्ताको लक्षण देखा पर्दछ ।

सर्पेन्टाईन क्षेत्रमा भने विनिमय योग्य निककेलको मात्रा २०-५० पि.पि.एम. रहन्छ र यस्तो माटोमा तरकारी उत्पादन गर्न असम्भव हुन्छ ।

## अरु तत्वहरू (Other Elements)

माथि उल्लेखित तत्वहरूको साथै अरु आवश्यक तत्वहरू जस्तै: मोलिब्डेनम, क्लोरिन र सल्फर तथा उपयोगी तत्वहरू जस्तै: सिलिकन र अनुमिनम आदि हुन्छन्।

### मोलिब्डेनम (Molybdenum):

मोलिब्डेनम कमीको लक्षण खास गरेर अम्लिय माटोमा लगाइएको तरकारी बालीमा बढी देखिन्छ। मोलिब्डेनम अम्लिय माटोमा अधुलनशिल रूपमा हुन्छ। अतः माटोको तटस्थ व्यवस्थापन प्रभावकारी हुन्छ र मोलिब्डेनमको अधुलनशिल रूप धेरै हदसम्म घुलनशिल रूपमा परिणत हुन्छ। बोटबिरुवाको विकासको लागि मोलिब्डेनम धेरै कम मात्रामा चाहिन्छ।

त्यसैले मोलिब्डेनम व्यवस्थापनलाई सर्वप्रथम माटोको अम्लियपन सुधार गर्न सिफारीस गरिन्छ भने व्यवस्थापनको दोश्रो खुट्किलामा प्रांगारिक मलको प्रयोगमा जोड दिनु पर्ने हुन्छ र व्यवस्थापनको तेश्रो खुट्किलामा सोडियम मोलिब्डेट प्रयोग गर्ने सिफारीस गरिन्छ। सोडियम मोलिब्डेट माटोमा १ कि.ग्रा. प्रति हेक्टर अथवा ०.०२ प्रतिशतको भोल पातमा छरेर प्रयोग गर्न सकिन्छ।

तरकारी बालीमा मोलिब्डेनम अत्याधिकताका लक्षण सितिमिति देखिदैन, जबकि बोटबिरुवाले बढी मात्रामा मोलिब्डेनम उपभोग गरा रहेको हुन्छ। लेखकले दिएको प्रतिवेदन अनुसार हाइड्रोपोनिक परीक्षण अन्तर्गत ५० पि.पि.एम. मोलिब्डेनम प्रयोग गरिएको अवस्थामा पनि गोलभेडा, काँक्रो र भाण्टाको विकास साधारण किसिमको थियो। जबकि माटोमा ५ पि.पि.एम. मोलिब्डेनम प्रयोग गरी लगाइएको भुईँकाफलमा केही दिनमा नै कोपिला बृद्धि देखिएको थियो। यसले आवश्यकता अनुसार मोलिब्डेनमको प्रयोग गरिने कुरा जनाउँछ। तर चाराबाली (Feed Crops) मा मोलिब्डेनमको प्रयोग जोखिमपूर्ण हुन सक्छ। किनकी गाईवस्तुमा मोलिब्डेनमको कारण नराम्रो किसिमको पखाला लाग्ने हुन्छ।

काउली जात बालीमा मोलिब्डेनम कमीको लक्षण देखिन्छ। काउलीको विग्रेको र सुलुक परेको पात सर्वविदितै छ। कृषकस्तरमा तरकारी बाली बाहेकका बालीमा मोलिब्डेनम कमीको लक्षण कमै देखिन्छ। बालीको यस्तो असाधारण किसिमको अवस्था भाइरस रोग अथवा हार्मोन असन्तुलनको कारणले पनि देखिन्छ। मोलिब्डेनमको अत्याधिकता धेरै सीमित क्षेत्रमा देख्न सकिन्छ। खास गरेर मोलिब्डेनम खानी भएको ठाउँमा यस्तो लक्षण देखिन्छ। उदाहरणको लागि मोलिब्डेनम अत्याधिकताको लक्षण जापानको सिमाने प्रिफेक्चर (Shimane Prefecture) भन्ने ठाउँमा देखिन्छ। मोलिब्डेनम अत्याधिकता व्यवस्थापनको लागि सल्फर भएको मलखाद जस्तै: आइरन सल्फेट अथवा सल्फरको धूलो प्रयोग गर्न सकिन्छ, जस्तै गर्दा माटोको पि.एच. कम गराउँदछ। (नेपालको अवस्थामा काउली जातमा मोलिब्डेनम तत्व कमीको लक्षण देखिइसकेको छ। नेपालको माटोमा मोलिब्डेनमको मात्रा कम छ।)

### क्लोरिन (Chlorin):

क्लोरिन बोट बिरुवाको लागि आवश्यक तत्व हो भन्ने कुरा १९५४ मा थाहा भएको हो। क्लोरिन मैगानिजसँग मिलेर बाट बिरुवामा आक्सीजन व्यवस्थापन गर्ने कार्य गर्छ, तर यसको विस्तृत जानकारी छैन। बोटबिरुवालाई क्लोरिन धेरै चाहिँदैन। खास गरेर जापान जस्तो देश जो समुद्रबाट घेरिएको छ र जहाँ क्लोरिन रुवाको माध्यमबाट पनि प्राप्त हुन्छ, क्लोरिन कमीको लक्षण देखिँदैन। बरु यस्तो अवस्थामा सोडियमको प्रतिकूलताको लक्षण देख्न सकिन्छ।

### गन्धक (Sulphur):

जलखेती परीक्षणमा गन्धक अभाव/कमीको लक्षण सजिलै देखिन्छ। गन्धक प्रोटीनको एउटा अंश (Constituent) भएको नाताले गन्धक कमीको लक्षण नाईट्रोजन जस्तै देखिन्छ। दुवैमा खास फरक बोट बिरुवामा यिनका गति हुन। सल्फर बोटबिरुवामा नाईट्रोजनको तुलनामा विस्तारै हिँड्छ। जलखेती परीक्षण अन्तर्गत जब माध्यम (Cultural Solution) बाट गन्धक हटाइन्छ तब बोट बिरुवाको तलको पातको टुप्पो पहेँलो हुन थाल्छ। जापानमा सल्फर कमीको लक्षण धेरै कमै देखिन्छ। किनकी जापानमा धेरैजसो गन्धक भएको मलखाद (अमोनियम सल्फेट, पोटासियम सल्फेट) को प्रयोग भईरहेको यसको अलावा पनि ज्वालामुखी निर्मित माटो (Volcano) ले गर्दा त्यहाँको माटोमा सल्फर प्रशस्त पाइन्छ।

### सिलिकन (Silicon):

Miyake (Okayama University) र Takahashi (Kyoto University) ले काँक्रो र टमाटर बालीमा सिलिकन कमी बारे जानकारी दिएपछि कृषकहरूले तरकारीबालीमा सिलिकन (Silicate) प्रयोग गरेका थिए। धान बालीलाई सिलिकन चाहिन्छ भन्ने कुरा सर्वविदितै छ। सिलिकनको प्रयोगले गर्दा धानको डाँठ बलियो हुने र रोग पनि कम लाग्ने भनाई पनि छ, अझ सिलिकनको प्रयोगले

काकोमा दुसी रोग (Powdery mildew) कम लाग्छ भन्ने भनाई पनि छ। यस सम्बन्धमा केही प्रसार अधिकृतहरूले मिलिकनको प्रयोग गरेर वालीनालीको अवस्था हेरे तर उनीहरूले खासै प्रभाव देखेनन्।

वास्तवमा नियन्त्रित वातावरणमा माटोको भाडोमा (Pot Culture) परीक्षण गर्दा मिलिकन वोटविरुवाको विकास र रोग निरोधक क्षमता विकासको लागि आवश्यक देखियो, तर खेतवारीमा मिलिकनको प्रभाव देखिएन। सम्भवतः मिलिकनको प्रभाव हेर्नेलाई रोग किटाणु (Pathogen) को घनत्व कम गर्नु पर्ने हुन्छ। यसलाई कम्पोट प्रयोगको उदाहरणबाट प्रष्ट्याउन सकिन्छ। कम्पोटको प्रयोगले वोटविरुवाको रोग निरोधात्मक क्षमता बढ्छ, तर रोगको किटाणु बढी (High density) भएको अवस्थामा कम्पोटको प्रयोगले खासै प्रभाव पार्दैन। माटोबाट फैलिने रोग (Soil-borne disease) लाई कम गर्न कम्पोटमल प्रयोग गर्नुपर्छ भन्ने भनाई प्रति लेखकले आश्चर्य मानेको छ। यिनको भनाई अनुसार कम्पोट मलले वोटविरुवाको बढ्छ र माटोमा रोगकिटाणु पक्कै कम गराउँछ तर रोग किटाणु कम गराउने प्रतिशत भने ज्यादा कम हुन्छ।

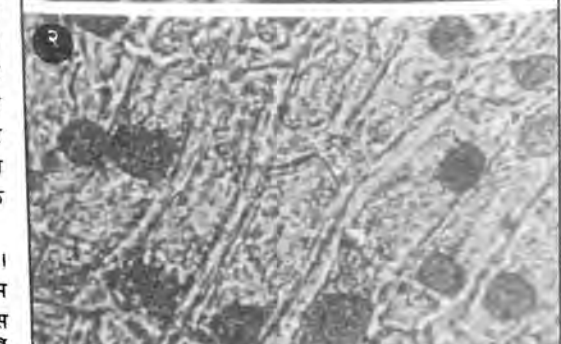
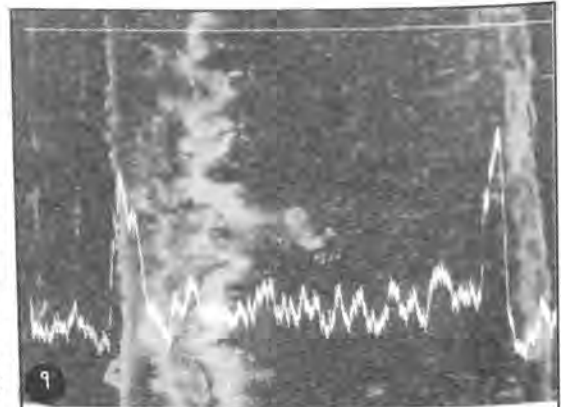
## अलुमिनम (Aluminum):

वर्षायाममा धेरै मानिसहरू Hertensia Flower हेर्न मन पराउँदछन् र धेरैजनालाई यस फूलको रंग र अलुमिनमको सम्बन्ध हुन्छ भन्ने कुरा पनि थाहा छ। खास गरेर हरटेन्सिया फूलको रंग त्यसमा भएको Delphinidin को सान्द्रतामा भर परेको हुन्छ। फूलमा डेलफिनिडीन स्वतन्त्र रूपमा भएको अवस्थामा यसको रंग रातो हुन्छ जबकि डेलफिनिडीन र एलुमिनमको जटिल रसायनको उपस्थितिले गर्दा त्यस फूलको रंग निलो देखिन्छ। माटोको पि.एच. ५ भन्दा कम भएका अलुमिनम घुलनशिल भई वोटविरुवालाई उपलब्ध हुन्छ र फूल निलो हुन्छ, जबकि माटोको पि.एच. ५.५ भन्दा बढी भएमा अलुमिनम अघुलनशिल भई वोटविरुवालाई उपलब्ध हुँदैन र फूल रातो हुन्छ। माटोको पि.एच. तटस्थबाट तल झर्न त्यति सजिलो हुँदैन। केही हदसम्म गन्धकको धूलो प्रयोग गर्न सकिन्छ तर यसको प्रभाव लामो समयसम्म रहँदैन। त्यसकारणले हरटेन्सियाको निलो फूल उत्पादनको लागि गमलामा प्रयोग मिश्रणको सिफारिस गरिएको छ र गमला खेतीको रूपमा Peat gross र माटोको बराबर भाग प्रयोग गर्ने सुझाव दिइएको छ किनकी यसको पि.एच. ४.५-५.० हुन्छ। अर्को विधि अन्तर्गत माटोमा अलुमिनम सल्फेटको प्रयोग गर्न सुझाव दिइएको छ। अलुमिनम सल्फेटको प्रयोगले गर्दा माटो अम्लिय हुन्छ र त्यसबाट वोटविरुवालाई अलुमिनम उपलब्ध हुन्छ। यस्तो अवस्थामा फस्फोरसयुक्त मलको प्रयोग गर्नु हुँदैन। किनकी फस्फोरससँग मिलेर अलुमिनम अघुलनशिल हुन पुग्छ। हरटेन्सियाको रातो फूल माग भएमा माटोको पि.एच. ६.५-७ सुधार गर्नु पर्छ र फस्फोरसयुक्त मलको प्रयोग गर्नु पर्छ।

अम्लिय माटोमा तरकारी वाली नफष्टाएको पाइन्छ। यसको कारण माटोमा अलुमिनमको विषालुपना हुन सक्छ। अलुमिनम फस्फोरससँग मिलेर एकातिर स्थिर भई दिन्छ र वोटविरुवामा फस्फोरस कमीको लक्षण देख्न सकिन्छ भने अर्कोतिर DNA लाई प्रभावित गर्दै कोशिका विभाजनमा असर पुऱ्याउन सक्छ। अम्लिय माटो र अलुमिनम विषालुपना सुधार गर्न क्याल्सियम हाइड्रोक्साइड अथवा कैल्सियम कार्बोनेट (चून) को प्रयोग गर्नु पर्छ। साधारणतः माटोको पि.एच. एक इकाई बढाउन बलौटे माटोमा ८०० कि.ग्रा. प्रति हेक्टर, दोमट माटो (Clayey loam) मा १३०० कि.ग्रा. प्रति हेक्टर र चिम्ट्याईलो माटोमा १४०० कि.ग्रा. प्रति हेक्टरको दरले कैल्सियम कार्बोनेट प्रयोग गर्नु पर्छ।



मृगौले सिम्रीमा गोमानियम बढीको लक्षण: ५ पि.पि.एम. गोमानियमयुक्त जलखेतीमा ४ दिन हुकाउँदै पछिको अवस्था। (ताकी कैमिकलमा शोने सोउडचीबाट प्राप्त फोटो)



फोटो नं. १ मा  $10^{-3}$  अलुमिनम क्लोराइडको भोलमा ४८ घण्टासम्म दुबाएर Electron Probe X-ray Micro Analyzer बाट लिएको तस्वीर हो। फोटो नं. २ मा अलुमिनमबाट रंगिएका मृगम तस्वीर (Microscopic Image) देखाइएको छ। कोशिकाको नाभिक/केन्द्र (Nucleus) मा अलुमिनम जम्मा भएको हो। (Matsumoto Hideaki, Okayama University, the Image of EPMA was gained with Cooperation by Wakiuchi Noriaki, Kobe University)



अभिलेख माटोमा लगाइने हरटेन्सिया, चिया आदि जस्तै बालीहरुमा आन्तरिक सुरक्षात्मक व्यवस्था हुन्छ, जसले गर्दा बोटबिरुवाहरुमा फस्फोरस संचालन हुन्छ तर अलुमिनम संचालनमा रोक लगाइएको हुन्छ ।

## अलुमिनम, वलोरिन र सल्फरको सजिलो जाँच:

### अलुमिनमको जाँच र स्तर निर्धारण:

**आवश्यक रिएजेन्ट:** अलुमिनम जाँचको लागि रिएजेन्ट बनाउन ०.२ ग्राम अलुमिनम (Aurintricarboxylic acid, ammonium salt) थोरै पानीमा घोलेर भोलको आयतन १०० मि.ली. बनाउनु पर्छ ।

**जाँचे तरीका:** निसारण विधि (Extraction Method From Field Moisture Soil by Volume) बाट अलुमिनम जाँच माटोको निसारण भोल बनाउनु पर्छ । हुनत: साधारण डिस्टिल्ड पानीबाट पनि ज्वालामुखीबाट निर्मित माटो केही हदसम्म अलुमिनम निसारित (Extract) गर्न सकिन्छ, तर साधारणत निसारण भोलको रूपमा IN-Potassium Chloride लाई प्रयोग गरिन्छ ।

यसबाट माटोको निसारित भोललाई ५ गुणा पातलो (Dilute) गर्नु पर्छ । एउटा परखनली (Test Tube) मा २ मि.ली. माटोको निसारित भोल लिऊँ, त्यसमा ८ मि.ली. पानी मिसाउँ, त्यसपछि त्यसमा १० थोपा रिएजेन्ट राखौँ । त्यसमा विकसित रंग-रंग तालिकासँग दाँजेर अलुमिनमको स्तर पत्ता लगाउन सकिन्छ । पानीबाट माटोको निसारित भोल बनाएको अवस्थामा २ मि.ली. माटोको निसारित भोलमा २ थोपा रिएजेन्ट राखेर विकसित रंग-रंग तालीका सित दाँज्नु पर्छ । माटोको पि.एच. ८ भन्दा बढी भएको खण्डमा यस विधिबाट अलुमिनम जाँच गर्न सम्भव हुँदैन । किनकी यस्तो अवस्थामा अलुमिनम क्षारीय धातुहरु Yttrium, Lanthanum, Cerium संग मिलाएर जाँच प्रक्रियामा रातो रंग विकसित गराई व्यवधान उत्पन्न गराउँछ, जसलाई २ थोपा १N ammonium Carbonate को प्रयोगबाट हटाउन सकिन्छ । त्यसैगरी  $Fe^{3+}$  को कारणले उत्पन्न अप्ठ्यारालाई हटाउन ५ प्रतिशतको Hydroxylamine को २ थोपा प्रयोग गर्न सकिन्छ ।

टेबुल-१, मा अलुमिनमको स्तर निर्धारण देखाइएको छ । रंग तालीका छुट्टै दिइएको छ । माटोमा Salt-extracted aluminum १० ग्राम प्रति १०० ग्राम माटो भन्दा कमै भएमा वेश हुन्छ, किनकी अलुमिनमको उच्च सान्द्रता सजिलै तरकारी बालीहरुलाई नोक्सान पुऱ्याउन सक्छ । पानीबाट निसारण गरिएको माटो निसारीत भोलमा अलुमिनमको स्तर ++ पाइएको, यसको अर्थ माटोको भोलमा १५ पि.पि.एम. अलुमिनम भएको र यो अवस्था चियाबालीलाई नोक्सान नपुऱ्याइएको पाइयो ।

टेबुल-१ : माटोमा भएको पानीमा घुलनशील तथा विनिमययुक्त (Exchangeable) अलुमिनमको स्तर निर्धारण:

| रंगको स्तर                             | +        | ++             | +++  | ++++     | +++++    |
|--|----------|----------------|------|----------|----------|
| पानीबाट निसारित अलुमिनम                |          |                |      |          |          |
| जाँचकीय भोलमा पि.पि.एम.                | ०.५      | १.०            | २.५  | ५        | १०       |
| मि.ग्रा./कि.ग्रा., माटोमा पि.पि.एम.    | २.५      | ५              | १२.५ | २५       | ५०       |
| माटोको भोलमा (पि.पि.एम.)               | ७.५      | १५             | ३७.५ | ७५       | १५०      |
| स्तर निर्धारण                          | अत्याधिक |                |      |          |          |
| लवणबाट निसारित अलुमिनम                 |          |                |      |          |          |
| जाँचकीय भोलमा पि.पि.एम.                | ०.५      | १.०            | २.५  | ५        | १०       |
| मि.ग्रा./१०० ग्रा., माटोमा (पि.पि.एम.) | १.२५     | २.५            | ६.३  | १२.५     | २५       |
| स्तर निर्धारण                          | थोरै     | ठीकै (contain) | बढी  | धेरै बढी | अत्याधिक |

## वलोरिनको जाँच र स्तर निर्धारण:

**आवश्यक रिएजेन्ट:** क्लोरिन जाँचको लागि ०.१N नर्मालिटी सिल्वर नाइट्रेट प्रयोग गरिन्छ । ०.१N सिल्वर नाइट्रेट बनाउन १.७ ग्राम सिल्वर नाइट्रेट थोरै पानीमा घोलेर आयतन १०० मि.ली. बनाउनु पर्छ । यो रिएजेन्टलाई कोठाको तापक्रममा रगिन बोतलमा राखेर लामो समयसम्म राख्न सकिन्छ ।

**जाँचे तरीका:** निसारण विधि (Water extracted Solution by an Extraction Method From Field Moisture Soil by Volume) बाट प्राप्त माटोको निसारित भोल २ मि.ली. एउटा परखनलीमा राखौँ, त्यसमा २ थोपा (०.१ मि.ली.) रिएजेन्ट तप्काउ, सेतो बादल जस्तो देखिन्छ । ५ मिनेट भित्र यसलाई रंग तालीकासित दाँजेर क्लोरिनको मात्रा पत्ता लगाइन्छ । क्षारीय अवस्थामा (पि.एच. ८-१०) यस विधिबाट क्लोरिन पत्ता लगाउन सम्भव हुँदैन । किनकी प्रतिक्रियाबाट उत्पन्न बादल पहिलो खैरो रंगको हुन्छ र रंग तालीकासँग मेल खाँदैन ।

टेबुल-२ : माटोमा भएको पानीमा घुलनशिल क्लोराइड तथा स्तर निर्धारण:

| वादल (Turbidity)                    | +                 | ++         | +++         | ++++                 | +++++                     |
|-------------------------------------|-------------------|------------|-------------|----------------------|---------------------------|
| समाचार पत्रको अक्षर                 | राम्रो पढ्न सक्ने | पढ्न सक्ने | हेर्न सकिने | अप्रष्ट हेर्नसकिने   | हेर्न नसकिने              |
| जाँचकीय भोलमा पि.पि.एम.             | ५                 | १०         | ५०          | १००                  | ५००                       |
| मि.ग्रा./कि.ग्रा., माटोमा पि.पि.एम. | २५                | ५०         | २५०         | ५००                  | २५००                      |
| माटोको भोलमा (पि.पि.एम.)            | ७५                | १५०        | ७५०         | १५००                 | ७५००                      |
| स्तर निर्धारण                       | साधारण            | बढी        | धेरै बढी    | बोटबिरुवामा कम विकास | बोट बिरुवाको विकासमा बाधा |

टेबुल-२ मा क्लोरीनको स्तर निर्धारण साधारण र अत्याधिकताको अवस्थालाई देखाइएको छ। साधारणतः जलखेतीको लागि घोलमा (Hydroponic Solution) मा क्लोरीनको सान्द्रता १ देखि १०० पि.पि.एम. लिएको हुन्छ। अतः यस विधिको संवेदनशीलता (Sensitivity) कम हुन्छ। सिँचाईको पानीमा क्लोरीनको स्तर + ~ +++ भएमा बालीनालीमा बढो मुस्किलले असाधारण अवस्था देख्न सकिन्छ। तर पानीमा क्लोरीनको स्तर ++++ भएमा उक्त पानी सिँचाईको लागि उपयुक्त मानिदैन। पानीमा क्लोरीनको स्तर +++++ र विद्युतीय संचालन (EC) १ms/cm भएमा त्यस्ता पानी सिँचाईको लागि सम्भव नहुने भनिएको छ।

### सल्फेटको जाँच र स्तर निर्धारण:

आवश्यक रिएजेन्ट: सल्फेट जाँचको लागि ३ प्रतिशतको बेरियम क्लोराइडको भोल प्रयोग गरिन्छ। यो रिएजेन्ट लामो समयसम्म सुरक्षित राख्न सकिन्छ।

जाँच्ने तरिका: निसारण विधि (Water extracted solution by an Extraction Method from Field Moisture Soil by Volume) बाट प्राप्त माटोको निसारित भोल २ मि.ली. एउटा परखनलीमा राखौं, त्यसमा २ थोपा रिएजेन्ट राखौं, सेतो वादल जस्तो देखिन्छ। यस्ता वादल साधारणतः स्थिर (Stable) नै हुन्छ, अम्लिय अथवा क्षारीयको प्रभाव यसमा कमै पर्छ।

टेबुल-३ : माटोमा भएको पानीमा घुलनशिल सल्फेट तथा तिनका स्तर निर्धारण

| वादल (Turbidity)                   | +                  | ++                       | +++                     | ++++                     | +++++       |
|------------------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------|
| पत्रिकाको अक्षर                    | राम्ररी पढ्न सकिने | पढ्न सकिने तर गाह्रो गरी | हेर्न सकिने पढ्न नसकिने | धर्का जस्तो हेर्न नसकिने | हेर्न सकिने |
| जाँचकीय भोलमा पि.पि.एम.            | ५०                 | १००                      | २००                     | ५००                      | १०००        |
| मि.ग्रा./कि.ग्रा. माटोमा पि.पि.एम. | २५०                | ५००                      | १०००                    | २५००                     | ५०००        |
| माटोको भोलमा (पि.पि.एम.)           | ७५०                | १५००                     | ३०००                    | ७५००                     | १५०००       |
| स्तर निर्धारण                      | साधारण             | असाधारण                  |                         |                          |             |

टेबुल-३ मा स्तर निर्धारण देखाइएको छ। हाइड्रोपोनिक भोलमा साधारणतः सल्फेटको सान्द्रता ५० देखि ५०० पि.पि.एम. प्रयोग गरिएको हुन्छ। साधारण माटोमा भएको सल्फरबाट उत्पन्न वादलको स्तर + भन्दा कमै हुन्छ। माटोमा सल्फेटको स्थिति साधारण अथवा अत्याधिक भएको अवस्थामा यो विधि उपयुक्त हुन्छ।

साधारणतः जब माटोको विद्युतीय संचालन (EC) असाधारण रुपमा बढी हुन्छ, माटोमा नाइट्रेट पनि बढी हुन्छ, त्यस्ता अवस्थामा केही हदसम्म क्लोराइडको पहिचान गर्न सकिने भए पनि सल्फेटको पहिचान चाहिँ बढो मुस्किल हुन्छ।

बेरियम सल्फेट लगभग अघुलनशिल हुन्छ। अझ सान्द्रिक हाइड्रोक्लोरिक अम्लसित तताउँदा पनि घुलनशील हुदैन। बेरियम सल्फेट सान्द्रिक गन्धक अम्ल (Conc. Sulphuric acid) सित तताउँदा घुलनशिल हुन्छ।

सिमि (Kidney bean) मा गरमेनियम (Germanium) अत्याधिकताको लक्षण देखाइएको छ। ५ पि.पि.एम. गरमेनियम हाइड्रोपोनिक भोलमा प्रयोग गरिएको थियो। (Syono Souichi Taki Chemical).

# सरल परिक्षण विधिका आधारभूत पक्षहरू

धेरै कृषकहरू र करेशावारी गर्नेहरू विरुवामा देखा परेका समस्याको बारेमा जानकारी तथा सल्लाह लिनको लागि कृषि अनुसन्धान केन्द्र र कृषि प्रसार केन्द्रहरूमा आउँदछन् । यस्तो अवस्थामा माटो विज्ञहरूले स्थलगत रूपमा खाद्यतत्वहरूको कमी वाटै भएको हो कि हैन भनि कम्तिमा जाँच गरेर जानकारी दिनु आवश्यक हुन्छ र कृषकहरूले माटो विज्ञहरूलाई भेटेपछि तिनीहरूले तत्काल समस्याको समाधान जवाफ पाउने आशा लिएर आएका हुन्छन् । यस्तो अलावा धेरै समस्याहरू माटोकै कारणबाट उब्जेका हुँदैन । गेग कीराको क्षति पुऱ्याए सरह माटो हेरेर माटोमा खाद्यतत्वको अवस्था कस्तो छ भनि जानकारी लिन कठिन छ । त्यसो हुँदा माटो र विरुवा जाँच गर्नु आवश्यक छ तर माटोको रासायनिक जाँच गर्ने समय सट्टा लाग्दछ ।

जापानमा छिटो छरितो माटो र विरुवा जाँच गर्ने काम दोश्रो विश्वयुद्धपछि लोकप्रिय भएर गयो । खाद्यान्न उत्पादनमा वृद्धि ल्याउन यस कितावका लेखकले यो तरिकालाई परिवर्तन गरी नयाँ प्रविधिको पुनः निर्माण गर्नु भयो । कृषकको घरखेतमा नमूना विश्लेषण छिटो छरितो र सस्तोमा गर्नु पर्दछ र यो कितावको लेखकले विचार गर्नु कि खेतमा माटो जाँचको उद्देश्य, खाद्यतत्वको पहिचान गर्नु भनेको खाद्यतत्वको अवस्था कस्तो छ भनि जानकारी लिनु हो । कृषि प्रसार केन्द्रका प्राविधिकहरू र माटो वैज्ञानिकहरू त्यस सम्बन्धमा यो सजिलो तरिकाबाट जाँच गर्न अति इच्छुक भएका छन् । त्यसो हुँदा लेखकले आधार तथ्याङ्क र विचारहरू जाँचको लागि विकसित गरेको हो ।

## विश्लेषणको उपचार पद्धति:

यो पानाको चित्रमा देखाएको साधारण विरुवा (Normal Plant) र असमान (Disorder) विरुवा तथा साधारण माटो र असमान माटो विश्लेषण नतिजाको तुलना गर्नको लागि यो एउटा आधारभूत तरिका हो । यो विश्लेषण तरिका धेरै सजिलो अर्थपूर्ण छ । यस्तो वारेमा पहिला नै वर्णन गरिएको छ ।

## विश्लेषणमा देखिएको प्रमाणित रंग र लक्षणः

तालीका १: यस कितावमा वर्णन गरिएको तरिकाबाट विश्लेषण गरेको ५०० पि.पि.एम. प्रमाणित घोलको रंगको गाढापन (Degree) हो । यो (Degree) तह प्रत्येक तत्वको हेरिएको छ । त्यसपछि जाँचे

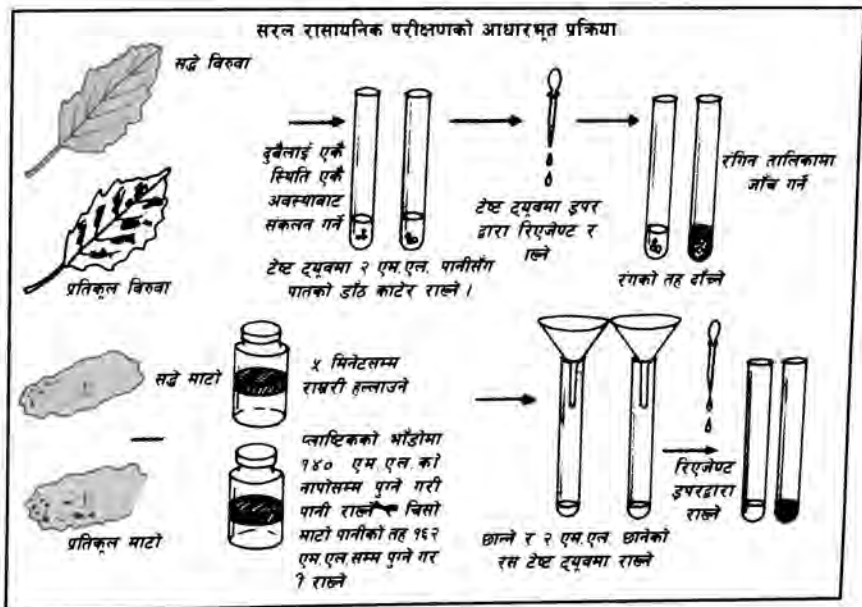
तरिकामा फिट गरिएको हरेक तत्वको गाढा तहलाई नम्बरको तालीकाबाट निर्धारण गरिन्छ ।

आँखाले हेरेर फिट गरिएको रंगको तह कलरीमेट्रिक मिटरबाट लिएको तहमा भिन्नता छ । यस्ताई तलको कोलममा देखाईएको छ । कलरीमेट्रिक मिटर जस्तै: यस्तो मापन तह वियर्स ल मा सिमीत गरिएको छ ।

अर्को तर्फ हेर्दा आँखाले हेर्दा गाढापनलाई जाँचन त सकिन्छ, यस्तो लिनियर इक्वेसन देखाउन सक्दैन । यस्तो अर्थ यो हो कि आँखाबाट हेरेको रंगको गाढापन (Degree) फराकीलो हुन्छ ।

यसको अलावा, म्याग्नेसियमको जाँचलाई कलरीमेट्रिक तरीकाबाट जाँच गर्न सकिदैन । जाँच गर्न नसक्नुको कारण यस्तो लिनियर इक्वेसन देखाउँदैनन् । त्यसो हुँदा म्याग्नेसियमको विश्लेषण आँखाबाटै हेर्दा उपयोगी हुन्छ । व्यवस्थापन पक्षबाट हेर्दा पनि यस्ताई आँखाबाटै हेर्न उपयुक्त हुन्छ । किनकी यस्तो रंग विकसित भएर रहने समय अति कम हुन्छ ।

सजिलो तरीकाबाट जाँच गर्ने तरीकालाई म्याग्नेसियम र म्याग्नेज बाहेकलाई परिणात्मक (Quantitative) विश्लेषण पनि गर्न सकिन्छ ।



तालीका नं. १: रंगको डिग्री (पूर्व परीक्षण अघि आँखाबाट मापन गरिएको)

| ppm  | NH <sub>4</sub> -H | NO <sub>3</sub> -N | NO <sub>2</sub> -N | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO   | MgO   | Fe++  | Fe+++ | Mn    | B     | Zn    | Ni    | Al    | Cl    | SO <sub>4</sub> |
|------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| ०    | -                  | -                  | -                  | -                             | -                | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -               |
| ०.०५ | -                  | -                  | +                  | -                             | -                | -     | -     | -     | -     | ±     | -     | -     | -     | -     | -     | -               |
| ०.१  | -                  | -                  | ++                 | -                             | -                | -     | -     | ±     | -     | +     | -     | -     | -     | -     | -     | -               |
| ०.५  | ±                  | +                  | +++                | ±                             | -                | -     | -     | +     | ±     | +++   | ±     | ±     | -     | ±     | -     | -               |
| १    | +                  | +                  | ++++               | +                             | -                | -     | -     | ++    | +     | ++++  | +     | +     | ±     | +     | -     | -               |
| ५    | ++                 | ++                 | +++++              | +++                           | ±                | -     | ±     | ++++  | +++   | ++++  | ++    | ++    | +     | ++++  | ±     | -               |
| १०   | +++                | +++                | +++++              | +++++                         | +                | ±     | +     | +++++ | +++++ | +++++ | +++   | +++++ | +++   | +++++ | +     | -               |
| ५०   | +++++              | +++++              | +++++              | +++++                         | ++               | +     | ++++  | +++++ | +++++ | +++++ | +++++ | +++++ | +++++ | +++++ | +++   | +++             |
| १००  | +++++              | +++++              | +++++              | +++++                         | +++              | +++   | +++++ | +++++ | +++++ | +++++ | +++++ | +++++ | +++++ | +++++ | +++++ | +++             |
| ५००  | +++++              | +++++              | +++++              | +++++                         | +++++            | +++++ | +++++ | +++++ | +++++ | +++++ | +++++ | +++++ | +++++ | +++++ | +++++ | +++++           |

उच्चतम रंग +++++, न्यूनतम रंग ±.

तालीका नं. २: आँखाबाट र क्लोरिमेट्रिक तरीकाबाट मापन रंगको मापदण्ड (स्टान्डर्ड)

| रंगको मापन | NH <sub>4</sub> -H | NO <sub>3</sub> -N | NO <sub>2</sub> -N | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO | MgO | Fe++ | Fe+++ | Mn   | B   | Zn   | Ni  | Al  | Cl  | SO <sub>4</sub> |
|------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|------------------|-----|-----|------|-------|------|-----|------|-----|-----|-----|-----------------|
| +          | १                  | १                  | ०.०५               | १                             | १०               | १०  | २.५ | ०.५  | २     | ०.०५ | ०.५ | ०.२५ | २.५ | ०.५ | ५   | ५०              |
| ++         | २.५                | २.५                | ०.१                | २.५                           | २५               | २५  | ५   | १    | ५     | ०.१  | २.० | ०.५  | ५   | १   | १०  | १००             |
| +++        | ५                  | ५                  | ०.२५               | ५                             | ५०               | १०० | १०  | २.५  | १०    | ०.२५ | ५   | १    | १०  | २.५ | ५०  | २००             |
| ++++       | १०                 | २०                 | १                  | १०                            | १००              | १५० | २०  | ५    | २०    | ०.५  | १०  | २.५  | २५  | ५   | १०० | ५००             |
| +++++      | ५०                 | ५०                 | २.५                | ५०                            | २००              | ३०० | ५०  | १०   | ५०    | १.०  | ५०  | ५    | ५०  | १०  | ५०० | १०००            |
| वेवलन्थ nm | ४२५                | ५२०                | ५२०                | ६८०                           | ४५०              | ५५० | ५३० | ५१०  | ५१०   |      | ४१५ | ६१०  | ४५० | ५२० | ४५० | ४५०             |

\* एकातर्फ साधारणतया क्लोरिमेट्रिक मिटर आँखाको हेराई भन्दा १० गुणा सम्बेदनशिल हुन्छ भने अर्कोतर्फ आँखाले बढी गाढा रंगलाई छुट्याउँछ।

### खुडकिलालाई कसरी सरलीकृत गर्ने ?

तालीका ३ मा देखाइएको रिएजेन्ट आयनको प्रभावकारीता हो। जस्ताई परीक्षण गरिसकिएको घोलको रंगमा थप गरिएको हो। खेतवारीमा नमुनाहरूको घोललाई आँखाद्वारा हेर्न सजिलो हुन्छ। यसको अलावा यस्मा रिएजेन्टलाई ठीक मात्रामा प्रयोग गर्ने ज्ञानको आवश्यकता महशूस गरिएको छ। किनकी वद्धता मात्रा प्रयोग गर्ने सम्भावना हुन्छ। तालीकामा गुणस्तर घोललाई +++ मा रंगलाई देखाइएको छ। उदाहरणको रूपमा ५ पि.पि.एम.को NH<sub>4</sub>-N लाई लिन सकिन्छ।

घोलसँग चार भाग, दुई भाग, आधा भाग र चौथाई भागका दरले थप गरिएको थियो। तालीकामा दिइएको संकेत +++ भनेको ३ पटक, ++ भनेको दुई पटक, ++++ भनेको ४ पटक भन्ने बुझाउँदछ। मध्यम देखाउने घोलको रंगलाई दशमलवमा संकेत गरिन्छ।

तालीका ३ घोलको रंगमा थपिएको रिजेन्टको आयतनको प्रभावकारीता

|                  | एमोनियम नाइट्रेट  | नाइट्रेट नाइट्रोजन | नाइट्राइट नाइट्रोजन | फस्फोरस अक्साइड               | पोटास            | क्याल्सियम अक्साइड | म्याग्नेसियम | फलाम             | फलाम             | म्याग्नेज | बोरोन | जिंक | निकेल | एलुमिनियम | क्लोरीन | सल्फेट          |
|------------------|-------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------|------------------|--------------------|--------------|------------------|------------------|-----------|-------|------|-------|-----------|---------|-----------------|
|                  | NH <sub>4</sub> N | NO <sub>3</sub> N  | NO <sub>2</sub> N   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO                | MgO          | Fe <sup>2+</sup> | Fe <sup>3+</sup> | Mn        | B     | Zn   | Ni    | Al        | Cl      | SO <sub>4</sub> |
| स्टयान्डर्ड ++   | २                 | २                  | २                   | २                             | २                | २                  | २            | २                | २                | २         | २     | २    | २     | २         | २       | २               |
| एक चौथाई         | १.७               | ०.६                | २.७                 | २.५                           | १.७              | २.७                | ३.५          | २.९              | २.५              | १.०       | १.०   | ५.०  | २.४   | ४.५       | ३.८     | १.६             |
| आधा              | २.५               | २.६                | २.९                 | ३.३                           | ३.०              | २.८                | ३.२          | २.९              | २.९              | १.५       | १.७   | ४.५  | ३.०   | ४         | ३.४     | ३.०             |
| स्टयान्डर्ड +++  | ३                 | ३                  | ३                   | ३                             | ३                | ३                  | ३            | ३                | ३                | ३         | ३     | ३    | ३     | ३         | ३       | ३               |
| दुई गुणा         | ३.२               | ३.०                | ३.२                 | २.३                           | ३.२              | ३.१                | २.५          | ३.०              | २.९              | ४.५       | ४.८   | १.५  | ३.३   | २.७       | २.५     | ३.१             |
| चार गुणा         | ३.४               | १.६                | ३.५                 | १.०                           | ३.२              | ३.१                | २.४          | २.७              | २.८              | ४.०       | ४.८   | १.०  | २.७   | २.८       | २.७     | ३.३             |
| स्टयान्डर्ड ++++ | ४                 | ४                  | ४                   | ४                             | ४                | ४                  | ४            | ४                | ४                | ४         | ४     | ४    | ४     | ४         | ४       | ४               |

तालीका ३ को नतिजा अनुसार फस्फोरस बाहेक अरु मुख्य खाद्यतत्वमा थपिएको रिजेन्टको मात्रा डेढ देखि दुई गुणा परिवर्तनशिल (लचिलो) छ। यसको मतलब नमुनाको आयतन आँखाद्वारा जाँच गर्न सकिन्छ। कसै गरेपनि म्याग्नीज, सुहागर र जस्तालाई भने जति रिजेन्ट आवश्यक पर्दछ त्यति नै राख्न पर्ने भएकोले त्यसरी व्यवस्थापन गर्नु पर्दछ।

#### विश्लेषण घोलको पि.एच. र घोलको रहने नतिजामा पार्ने प्रभाव:

तालीका ४ ले परीक्षण गर्ने (पानी) र निसारण गरिएको घोल (१०% सोडियम एसिटेट पि.एच. ५.२) को प्रभावकारीता देखाउँदछ। +++ को मापदण्डको रंगको घोललाई प्रयोगमा ल्याइन्छ। यो मापदण्डको घोलको पि.एच.मान ६.५ देखि ७ सम्म हुन्छ। त्यसलाई पि.एच.मान ८ देखि १० सम्म पुऱ्याउन सोडियम हाईड्रोक्साइड प्रयोग गरिन्छ भने यदि ५ र ४ मा लान परेको खण्डमा हाईड्रोक्लोरिक एसिड अथवा नाइट्रिक एसिडको प्रयोग गर्नु पर्दछ। पानीको सट्टामा सोडियम एसिटेटलाई प्रयोगमा ल्याउन सकिन्छ।

टेट्रा बेस (Tetra Base) बाट म्याग्नेजको परीक्षण गर्न निसारण भोल र पि.एच.को मान परिवर्तन गर्न धेरै सम्बेदनशील छ। फलाम र अलुमिनियमको घुलनशिलता पि.एच.मान क्षारीय प्रकारको हुँदा घट्दछ। यसको नतिजा रंगको डिग्री पनि घट्दछ। यी बाहेकका तत्वहरूको सम्बन्धमा पि.एच.मानले त्यति बढ्ता प्रभाव पार्दैन।

एमोनियम नाइट्रोजन र नाइट्रेट नाइट्रोजन जस्ता तत्वहरूको रंगको डिग्रीलाई सोडियम एसिटेटको घोलले तीब्र रुपमा प्रभाव पार्दछ। त्यसो हुँदा नयाँ रंगीन तालिकाको निर्धारण गर्न आवश्यक भएको महसुस गरिएको छ।

तालीका ४ पानीद्वारा निसारण र १०% सोडियम एसिटेटको प्रभावकारिता:

|                              | एमोनियम नाइट्रेट  | नाइट्रेट नाइट्रोजन | नाइट्राइट नाइट्रोजन | फस्फोरस अक्साइड               | पोटास            | क्याल्सियम अक्साइड | म्याग्नेसियम | फलाम             | फलाम             | म्याग्नेज    | बोरोन | जिंक | निकेल | एलुमिनियम | क्लोरीन    | सल्फेट          |
|------------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------|------------------|--------------------|--------------|------------------|------------------|--------------|-------|------|-------|-----------|------------|-----------------|
|                              | NH <sub>4</sub> N | NO <sub>3</sub> N  | NO <sub>2</sub> N   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO                | MgO          | Fe <sup>2+</sup> | Fe <sup>3+</sup> | Mn           | B     | Zn   | Ni    | Al        | Cl         | SO <sub>4</sub> |
| पि.एच १०                     | ३                 | ३.२                | ३                   | ३                             | ३                | ३.१                | ३            | १.५              | ०.४              | १            | ३     | ३.१  | १.८   | ०         | पहेलो खैरो | ३.७             |
| पि.एच ८                      | ३                 | ३.३                | ३                   | ३                             | ३                | ३.२                | ३            | २.२              | ०.५              | १            | ३     | २.८  | ३.२   | ०         | पहेलो खैरो | ३.२             |
| स्टयान्डर्ड +++              | ३                 | ३                  | ३                   | ३                             | ३                | ३                  | ३            | ३                | ३                | ३            | ३     | ३    | ३     | ३         | ३          | ३               |
| पि.एच ५                      | ३                 | ३.३                | २.८                 | ३                             | ३.३              | ३                  | ३            | ३                | ३                | ०            | ३.१   | ३.२  | ३.१   | ३         | ३.३        | ३.२             |
| पि.एच ४                      | ३                 | ३.४                | ३                   | ३                             | ३.२              | ३                  | ३            | ३                | ३                | ०            | ३.१   | २.९  | ३.२   | २.९       | ३.४        | ३               |
| १० % को सोडियम एसिटेट को घोल | ०                 | ०                  | ०.७५                | धमिलो                         | ३.८              | २                  | ३            | ३.६              | ३.५              | ५ भन्दा माथी | ३.३   | २.१  | ३.५   | २.८       | ३.६        | ३.३             |



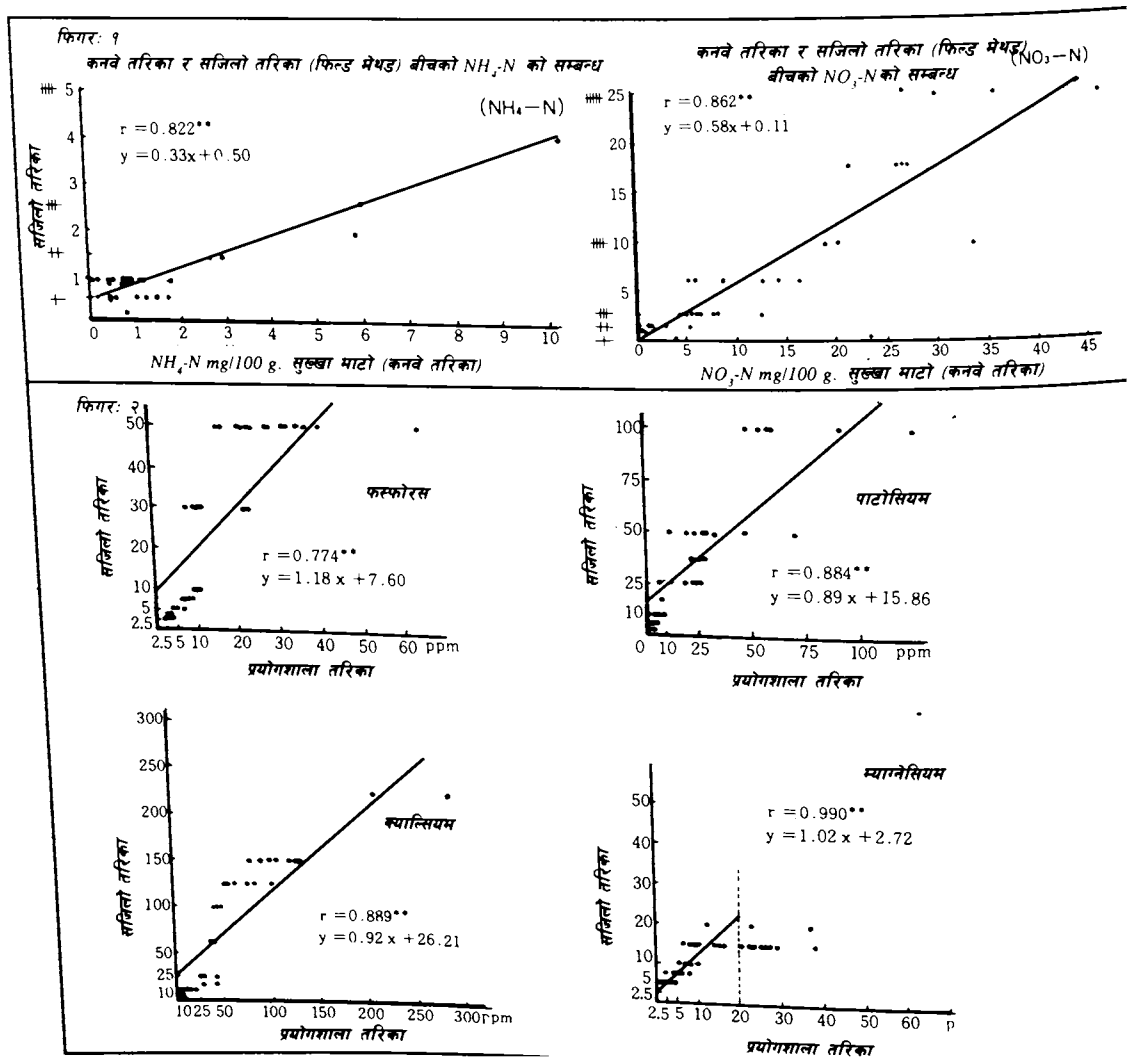
## गलत तह (Error Range):

सजिलो तरिकाबाट विश्लेषणको गलत तह कति छ भन्ने जानकारी लिन धेरै जनताहरूले आशा गरिरहेका छन् । त्यसो हुँदा साधारण परीक्षण र सजिलो तरिकाको परीक्षणको तथ्याङ्क यहाँ तुलनात्मक प्रस्तुत गरिएको छ । युदा (ह्योगो) ले संयुक्त रूपमा त्यसलाई उत्सुकतासँग काम गर्नु भएको थियो । २७ वटा त्वांग फूल लगाइएको हरितगृहबाट माटोका नमूनाहरू विश्लेषण गरिएको थियो ।

इनामी शहर, चुना शहर (Tsunu) र कोवे शहरबाट गरि ८ वटा गुलाफ लगाएका हरितगृहबाट लिइएको र विश्लेषण गरिएको थियो ।

## माटोको नमूना कसरी संकलन गरियो:

युदा (Uda) ले ३५ वटा कृषकको हरितगृहमा गएर १० से.मी. को गहिराईबाट नमूना संकलन गरेका थिए । एउटा हरितगृहको ३ वटा ठाउँबाट नमूना संकलन गरी एकै ठाउँमा राखियो । नमूनाहरूलाई सुक्न नदिनको लागि रेफ्रिजरेटरमा प्लाष्टिक भोलामा राखिएको थियो । दश दिनपछि सजिलो तरिकाबाट माटो जाँच गर्न थालियो । त्यसपछि साधारण तरिकाबाट जाँचियो । यो किताबमा लेखिएकै तरिकाबाट यी नमूनाहरूलाई जाँच गरी यही रंगीन तालिका प्रयोगमा ल्याइयो । टर्बिडिटी तरिकामा उल्लेख गरे जस्तै खबर कागजलाई टेष्ट ट्यूबको पछि राखेर हेरियो । प्रत्येकको विकसित रंग अथवा धमिलोपनालाई राम्रोसँग हेरियो । रंगीन तालिकामा आधारित भै रंगको डिग्रीलाई दश तहमा उपविभाजन गरियो । जाँच गरिसकेछि औषतमा तिनीहरूले नतिजा पाए ।



प्रत्येकको विकसित रंग अथवा धमिलोपनालाई राम्रोसंग हेरियो । रंगीन तालिकामा आधारित भै रंगको डिग्रीलाई दश तहमा उपविभाजन गरियो । जाँच गरिसकेछि औषतमा तिनीहरूले नतिजा पाए ।

### ● नाईट्रोजन:

साधारण विश्लेषण तरिकाबाट एमोनियम नाईट्रोजन र नाईट्रेट नाईट्रोजनको लागि ५० ग्राम चिस्यानयुक्त माटोलाई ३०० एम.एल. क्षमता भएको कोनिकल फ्लास्कमा राखियो । १०% को पोट्यासियम क्लोराईडको २०० एम.एल. घोल त्यसमा थपियो । २ घण्टा हल्लाइयो । त्यसपछि छानियो र अन्तमा कनवे तरिकाबाट विश्लेषण गरियो । यो तरिकाबाट प्राप्त भएको नतिजा १ र २ नं. को फिगरमा देखाइएको छ । निसारण तरिका र विश्लेषण तरिका भिन्दा-भिन्दै हुँदा हुँदै पनि यिनीहरूको कोरिलेशन धेरै उच्च पाईयो । साधारण तरिकामा नूनको घोल प्रयोग गरिएको थियो । अर्कोतिर Extraction Method From Field Moisture Soil by Volume को लागि पानी प्रयोग गरियो । सायद पहिलो निसारण गरिएको पछिको भन्दा बढ्ता छ । पानीबाट निसारण गरिएको एमोनियम नाईट्रोजन ३०% थियो भने नूनद्वारा निसारण गरिएकोमा करिब ६०% नाईट्रेट नाईट्रोजन थियो ।

### ● फस्फोरस, पोट्यासियम, क्याल्सियम र म्याग्नेसियम:

पानीमा घुलनशील फस्फोरस, पोट्यासियम, क्याल्सियम र म्याग्नेसियमलाई Field Moisture Soil by Volume तरिकाबाट निसारण गरेर प्राप्त गर्न सकिन्छ । सजिलो तरिका र साधारण तरिकालाई तुलना गर्न सकिन्छ ।

फस्फोरसको विश्लेषणको लागि एस्कर्विक एसिड (Molybdenum-blue method) लाई छानिएको थियो । पोट्यासियम, क्याल्सियम र म्याग्नेसियमलाई एटमिक अब्सर्भेशन स्पेक्ट्रो फोटोमिटर तरिकालाई छानिएको थियो । नतिजा फिगर २ मा देखाइएको छ ।

फस्फोरस, पोट्यासियम र क्याल्सियममा केवल कोरिलेशन कोफिसियन्ट मात्र उच्च नभै स्लोप पनि करिब १ थियो । यसबाट प्रष्ट के हुन्छ भने दुवै तरिका करिब करिब नतिजामा एकै थिए भन्न सकिन्छ ।

म्याग्नेसियममा गल्ती धेरै भएको थियो । जब म्याग्नेसियमको गाढापन २० पि.पि.एम. भन्दा बढ्ता भयो रंगको डिग्री +++++ भयो । यो किन छुट्टयाउन सकिएन भने रंगको डिग्री +++++ र +++++ हुँदाको अवस्थामा अपक्षेपण (Precipitation) मा रातो रंग हराउँदछ । हेर्दा हेर्दा जति चाँडो प्रेसिपिटेट बन्दछ त्यति बढ्ता म्याग्नेसियमको गाढापन छ भन्ने जानकारी हुन्छ ।

### यी रसायन प्रयोग गर्न छानेको कारण:

यो कितावमा प्रस्तुत गरिएका सबैजसो रसायनहरू गुणस्तरीय प्रतिक्रियाको बारे थाहा भएका हुन् । यहाँ नयाँ विकसित र सायनहरू पनि छन् । त्यसो हुँदा लेखकले यिनलाई धेरै पटक प्रयोग गरेर दुरगामी प्रभावको बारेमा विचार गर्‍यो । अन्त्यमा आँखाले हेरेर छुट्टयाउनको लागि पहिला नै प्रयोग गरिएका रसायनहरू नै ठीक भएको निष्कर्ष निकालियो ।

यी सबैमा प्रयोग हुने र लामो समयसम्म चल्ने रसायनहरूको उपयोगी मानिएको छ । धेरै प्राविधिकहरूले यसको फाइदाको मूल्याङ्कन गरेका छन् ।

### निसारण गर्ने घोलको अनुपातलाई कसरी निर्धारण गर्ने:

यो कितावमा सुकेको माटोमा १:५ को अनुपातमा माटोको निसारणको लागि सिफारीस गरिएको छ । यसो गर्नुको कारण भनेको विद्युतीय प्रवाह र अरु खाद्यतत्वहरूको लागि यो अनुपातमा निसारण गर्ने विश्वासनीय मानिएको छ अर्थात् यो १:५ को अनुपात उपयोगी मानिएको छ ।

दोश्रो कारण भनेको तत्काल खेतबारीको माटोको खाद्यतत्वमा धनी हुन सक्दछन् । यो अनुपात रंगको डिग्रीमा ठीक छ र यसको उदाहरण रंगीन तालिकामा ठीक मिल्दछ तापनि यो आवाज सैद्धान्तिक नभएर वास्तविक अवस्थाको हो । हायासी (कानागावा प्रिफेक्चर) १:२ को अनुपातको माटोको घोलको प्रस्ताव गरेका थिए । जुन यो किताव लेख्ने लेखकले प्रयोग गर्ने अनुपात भन्दा बढ्ता विश्वासनीय छ । यो सजिलो रूपमा विश्लेषण गर्न त्यति उपयोगी छैन । किनकी निसारणको गाढापन तत्काल विश्लेषण गर्नको लागि अति बढ्ता छ ।

### निकेल र बोरनको १:२ को अनुपातको निसारण भोल कसरी प्राप्त गर्ने ?

सजिलो तरिकामा विश्लेषण गर्न निकेल र बोरन कम सम्बन्धनशील छन् । यस्ता १:२ को अनुपातमा निसारण गर्नको लागि हरक पाठमा सिफारीस गरिएको छ । यो कसरी तयार गरिन्छ भन्ने कुरा यस प्रकार छ-

नाईट्रोजनको पाठमा बताए अनुसार औषतमा १०० ग्राम माटोमा ५ ग्राम ठोस र २५ ग्राम तरल पाईन्छ । त्यसो हुँदा एउटा ढकन भएको १२५ र १८० एम.एल. को भाँडो तयार पारौ । सर्वप्रथम पानी या नूनको घोल १२५ एम.एल.सम्मको रेखासम्म पुग्ने गरी राखौ । यसै रूपमा अरु पाठमा वर्णन गरे सरह प्रसारण भोल तयार पार्न यसरी नै गर्नु पर्दछ ।

### सजिलो तरिकाबाट जलखेतीको घोल कसरी विश्लेषण गर्ने ?

सजिलो तरिकाबाट विश्लेषण गर्न जलखेतीको घोलको लागि १५ गुणा पहेंलो (पातलो) गर्न सिफारीस गरेको पाइन्छ । यसो गर्नु पर्ने कारण यस प्रकार छ । साधारण रूपमा जलखेतीको घोलको गाढापन करीब-करीब माटोको घोलको गाढापनसंग मिल्दछ । निसारण गर्ने तहमा चिस्यानयुक्त माटोलाई पनि १५ गुणा पातलो गर्नु पर्दछ ।

## बिरुवाको विश्लेषण सजिलो तरिकाबाट:

गुणात्मक रूपमा बिरुवाको खाद्यतत्व विश्लेषण गर्न धेरै जनताहरूले आशा गरेका छन्। यो कितावको लेखकले प्रयोग गरेका तरिकाको एउटा उदाहरण यहाँ दिइएको छ। भुईँकाफलको पातको डाँठको नाईट्रेट परीक्षण गरिएको थियो। यो गोतोले (ह्योगो) प्रसार क्याकलापको लागि गर्नु भएको थियो।

- १) नयाँ विकसित पातबाट तेश्रो पातलाई लियौं (५ बोट बोटबाट संकलन गर्ने)
- २) यस्ताई धोऊँ र माटो (धुलो) हटाऊँ र पुछौं।
- ३) दुवै किनाराहरू १ से.मी. का दरले काटौं। किनकी डाँठ (Petiole) मा खाद्यतत्व बढ्ता हुन्छ।
- ४) १-२ मि.मी. बाक्ला टुक्राहरू पारेर पातको डाँठ Petiole लाई काट्नु पर्दछ।
- ५) ०.५ ग्राम टुक्रा (पातला पारिएका) पातको डाँठलाई टेष्ट ट्यूबमा लिऊँ।
- ६) ०.५ एम.एल. नाईट्रेट नाईट्रोजनको घोललाई टेष्ट ट्यूबमा लिऊँ (१०, ५०, १००, १५०, २००, २५०, ३०० पि.पि.एम. क्रमशः)।
- ७) प्रत्येक टेष्ट ट्यूबमा १० एम.एल. डिष्टिल वाटर राखौं (यदि नाईट्रोजनको मात्रा बढ्ता भएको खण्डमा २० एम.एल. सिफारीस गरिन्छ)।
- ८) एउटा सानो चम्चाले (१२५ मि.ग्रा.) GR रिएजेन्ट थपौं। (जब २० एम.एल. पानी थपिन्छ, करीब २५० मि.ग्रा. GR रिएजेन्ट थप गर्नुपर्छ।)
- ९) टेष्ट ट्यूबमा रबरको बिको लगाउनु होस्। (प्लाष्टिक) ३० मिनट जोडले हल्लाऊँ। जोडले हल्लाएन भने नाईट्रेट निसारण हुँदैन। यसको अलावा, GR रिएजेन्ट बिना नाईट्रेट निसारण हुँदैन। GR लाई प्रयोग गर्दा केशिकालाई सजिलै खण्डीकरण गर्न सकिन्छ। यो घोललाई शरिरमा छुने (लाग्ने) गरी प्रयोग गर्नु हुँदैन। किनकी यस्ले शरिरलाई जलाउँछ।
- १०) प्रमाणित घोल (Standard Solution) संग रंगलाई दाँज।

क्लोरिमेट्रिक मिटरमा छ भने ५२० नानो मिटर (NM) मा नाप गर्न सकिन्छ। रंगीन पातामा रंगिन तालीका छ भने पनि प्रमाणित घोलसंग दाँज सिफारीस गरिन्छ। यो सजिलो र भरपर्दो हुन्छ। यो तरिकाद्वारा पातको डाँठमा १००% पानी छ भनी मानेर गर्दा नाईट्रेटको गाढापन अनुमानित हुन सक्दछ, तर यसो गर्दा व्यवहारिक रूपमा खास फरक पर्दैन। जानकारीको लागि बेमौसमीमा लगाइने भुईँकाफलको पातको विश्लेषण गरे पछि त्यस्को नतिजालाई वर्गीकरण गर्ने कुरा पनि यहाँ ल्याइएको छ।

### वर्गीकरण

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| ५० पि.पि.एम. भन्दा तल    | - खास समस्या हुँदैन।  |
| ५०-१०० पि.पि.एम.         | - यदि बढ्दा पानी पर्छ भने जरा काट्नु असल हुन्छ।   |
| १००-१५० पि.पि.एम.        | - जरा काट्न असल हुन्छ।  |
| १५०-२०० पि.पि.एम.        | - जरा काट्ने पर्छ।  |
| २००-३०० पि.पि.एम.        | - दुई पटक जरा काट्नु पर्दछ। प्रथम पटक त अगस्तको अन्तिमतिर र सेप्टेम्बरको शुरुमा जरा काट्नु पर्दछ। |
| ३०० पि.पि.एम. भन्दा माथि | - माथि भनिएको दुईपटक जरा काट्नुमा थप रोप्नु भन्दा पहिला जरा काट्नु पर्दछ।                         |

तालिका-५: सजिलो तरिकाबाट विश्लेषण गर्न अपनाइएको तरिका र मुख्य जानकारी:

| तत्वको नाम          | माटोको नमुना   |               |                 | जानकारी  |
|---------------------|----------------|---------------|-----------------|--|
|                     | पानीबाट निसारण | नूनबाट निसारण | पानीमा निस्सारण |  |
| एमोनियम नाईट्रोजन   | ●              |               |                 | नाइट्राइट नाइट्रोजन:<br>यसले साधारणतया + ~ ++ देखाउँदछ ।   |
| नाइट्रेट नाइट्रोजन  | ●              |               | ●               |  |
| नाइट्राइट नाइट्रोजन | ✦              |               |                 |  |
| फस्फोरस             | ●              |               | ●               |  |
| पोटासियम            | ●              |               | ●               |  |
| क्याल्सियम          |                | ✱             | ✱               | क्याल्सियम: उच्च विद्युतीय सम्वाहन (EC) र पि.एच. कम भएको अवस्थामा पानीले क्याल्सियम बढ्ता निसारण गर्दछ । तर बिरुवाको क्याल्सियम अलग्याउन त्यति सजिलो छैन । |
| म्याग्नेसियम        | ●              | ✱             | ●               | म्याग्नेसियम: रिजेन्ट राख्ने वित्तिकै Precipitation देखाएमा +++++ को रूपमा र २-३ मिनटपछि Precipitation देखाएमा ++++ म्याग्नेसियम हुन्छ ।                   |
| फलाम ( $Fe^{2+}$ )  | ✦              |               |                 | फलाम: यदि $Fe^{++}$ को मात्रा पाइएको खण्डमा wet injury को खतरा हुन्छ ।   |
| सुहाग (Boron)       |                | ✦             |                 | बोरोन: कमीका लक्षणलाई रोक्न कठिन पर्दछ ।   |
| म्याग्नेज           | ●              |               | ●               | म्याग्नेसियम: घोलको रंग चाँडै परिवर्तन हुन्छ ।   |
| जिङ्ग               |                | ✦             |                 |  |
| निकेल               |                | ✦             |                 |  |
| एलुमिनियम           |                | ✦             |                 |  |
| क्लोरीन             | ✦              |               |                 |  |
| सल्फेट              | ✦              |               |                 | क्लोरीन र सल्फेट: साधारण रूपमा यसलाई अलग्याउन सकिदैन ।   |

- धेरै उपयोगी  
यसको उपयोगिता खाद्यतत्व कमी देखि खाद्यतत्व बढी हुँदा पनि उपयोगमा ल्याउन सकिन्छ ।
- ✦ खास उद्देश्यमा उपयोगी:  
गैसबाट क्षती, चिसो जलन (Wet injury) बढ्ता जलन (Excess injury) आदि-आदि । खास उद्देश्यमा यो उपयोगी छ ।
- ✱ पहिचान नभएको लागि:  
यो खाद्यतत्व कमी हो या हैन भनि छुट्टयाउनको लागि उपयोग ।

तालिका - ६: स्ट्यान्डर्ड घोल कसरी बनाउने (१००० पि पि एम. घोल)

|                      | तत्व                     | रसायन  | आणविक तौल | कसरी तयार गर्ने   |
|----------------------|--------------------------|--|-----------|---|
| एमोनियम नाइट्रेट     | $\text{NH}_4^+ \text{N}$ | $\text{NH}_4 \text{NO}_3$                            | ८०.०४     | ५.७१ ग्राम/१००० मि.ली. पानीमा                                 |
| नाइट्रेट नाइट्रोजन   | $\text{NO}_3 \text{N}$   | $\text{NaNO}_3$                                      | ८४.९९     | ६.०७ ग्राम/१००० मि.ली. पानीमा                                 |
| नाइट्राइट नाइट्रोजन  | $\text{NO}_2 \text{N}$   | $\text{NaNO}_2$                                      | ६९.००     | ४.९३ ग्राम/१००० मि.ली. पानीमा प्रयोग गर्ने समयमा मात्र बनाउने |
| फस्फोरस              | $\text{P}_2\text{O}_5$   | $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  | ३४८.१४    | ५.०४ ग्राम/१००० मि.ली. पानीमा                                 |
| पोटास                | $\text{K}_2\text{O}$     | $\text{KNO}_3$                                       | १०१.११    | २.१५ ग्राम/१००० मि.ली. पानीमा                                 |
| क्याल्सियम अक्साईड   | $\text{CaO}$             | $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | २३६.१५    | ४.२१ ग्राम/१००० मि.ली. पानीमा                                 |
| म्याग्नेसियम अक्साईड | $\text{MgO}$             | $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | २४६.४१    | ६.३६ ग्राम/१००० मि.ली. पानीमा                                 |
| फलाम                 | $\text{Fe}^{++}$         | $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$            | १९८.८१    | ३.५६ ग्राम/१००० मि.ली. पानीमा                                 |
| फलाम                 | $\text{Fe}^{+++}$        | $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ | ४०४.००    | ६.२३ ग्राम/१००० मि.ली. पानीमा                                 |
| म्याग्नेज            | $\text{Mn}$              | $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | २८७.०४    | ५.२२ ग्राम/१००० मि.ली. पानीमा                                 |
| बोरोन                | $\text{B}$               | $\text{H}_3\text{BO}_3$                              | ६१.८३     | ५.७२ ग्राम/१००० मि.ली. पानीमा                                 |
| जिङ्क                | $\text{Zn}$              | $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | २९७.४७    | ४.५५ ग्राम/१००० मि.ली. पानीमा                                 |
| निकेल                | $\text{Ni}$              | $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | २९०.८१    | ४.९५ ग्राम/१००० मि.ली. पानीमा                                 |
| एलुमिनियम            | $\text{Al}$              | $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ | ३७५.१३    | १३.९० ग्राम/१००० मि.ली. पानीमा                                |
| क्लोरीन              | $\text{Cl}$              | $\text{NaCl}$  | ५८.४४     | १.६५ ग्राम/१००० मि.ली. पानीमा                                 |
| सल्फेट               | $\text{SO}_4$            | $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  | ३२२.१९    | ३.३५ ग्राम/१००० मि.ली. पानीमा                                 |

#### सजिलो तरिकाको परीक्षणको गुण र दोष:

कहिलेकाहीँ कृषि प्राविधिकहरूले, जसले यो सजिलो तरिकालाई प्रयोग गर्ने कोशिस गरेका छन्, तिनीहरूले विश्लेषण गरेको नतिजा धेरै विश्वासनीय छ।

यो सत्य हो कि प्रयोगशाला विधिबाट जाँच गर्दा विश्वासनीय नतिजा (Accurate result) प्राप्त गर्न सकिन्छ। अनि यो पनि सत्य हो कि एकै किसिमको तरिका अपनाउन पनि असुविधायुक्त हुन्छ। सजिलो तरिकाले विश्लेषण गर्दा त्यति कै आरामदायी पनि हुन्छ।

यहाँ लेखकले साधारण तरिकाले प्रयोगशालामा विश्लेषण गरेको नतिजा र सजिलो तरिकाले विश्लेषण गरेकोमा ०.७-१.५ को हाराहारीमा हुन्छ। सत्य कुरा भन्नु पर्दा साधारण तह (खाद्यतत्वहरूको) माटो र बिरुवामा धेरै फराकिलो छ।

बिरुवाको खाद्यतत्व बढ्ता हुँदा देखिने असामान्य लक्षणहरूको बेला गाढापन दुई देखि तीन गुणा अर्थात् २०%, ३०% नभै खाद्यतत्वको आधारमा १० गुणा देखि १०० गुणासम्म देखा पर्दछ। यस्ता चौडा दृश्यमा देखिएको छ जस्ताई यो लेखकले जोड दिई राखेको छ।

नमुना संकलनसंगको कुरा हो, धेरैजसो साधारण माटोको बिरुवाको नतिजा र असाधारणको बीचमा त्यति फरक आउँदैन। त्यसो हुँदा अरु कृषकहरूको विश्लेषण नतिजा अथवा अरु क्षेत्रको माटोको विश्लेषण नतिजासंग तुलना गरेर हेर्न सिफारीस गरिएको छ। यसो गर्नुको कारण के भने केही ठाउँ या खेतबारीमा (Farm) माटो व्यवस्थापन तथा जोताई पद्धति धेरैजसो अवस्थामा मिल्दो-जुल्दो हुन्छ। त्यसो हुँदा केही असामान्यता देखिन्छ। विश्लेषण नतिजाले केवल मिल्दो-जुल्दो मात्र देखाउँदछ। यस्तो सजिलो तरिकामा मात्र नभै प्रयोगशाला विधिमा पनि हुन्छ।

एव रितले पहिचानको स्ट्यान्डर्ड मूल्य बिरुवाको प्रकारमा निर्भर रहन्छ। स्ट्यान्डर्ड कसरी निर्धारण गर्ने भनि प्रश्न आउन सक्दछ। साधारण रुपमा बढेको (Normally growing crops) बाली अवस्थालाई त्यस क्षेत्रको स्ट्यान्डर्डमा लिन सकिन्छ।

अन्तमा यो लेखकले अरु विश्लेषण विधिलाई उपेक्षा गरेको छैन। यो सजिलो विश्लेषण तरिका कस्तो प्रकारको असामान्यता (Disorder) हो पत्ता लगाउन छिटो छरितो हुन्छ। त्यसो हुँदा यदि धेरै विकसित विश्लेषणको आवश्यकता भएमा धेरै विश्वासनीय विश्लेषण गर्नु पर्दछ।



## लेखकको परिचय

- नाम : काजुहिको वातानावे
- ठेगाना : २-११-६ निशिहाता, ताकासोगो,  
ह्योगो (जापान)  
〒 ६७६-००२५
- ई-मेल : Kazuhiko @sanynet.ne.jp
- जन्म मिति : इस्वी सम्वत् १९४३ नोभेम्बर १४ तारीख
- शिक्षा : कृषि विज्ञानमा विद्यावारिधी (१९७७)  
क्योटो विश्व विद्यालय (जापान)
- सेवा : ह्योगो कृषि अनुसन्धान केन्द्रमा (१९६८ देखि हालसम्म)  
निर्देशक, वातावरण संरक्षण निर्देशनालय (१९९९ देखि हालसम्म)
- पुरस्कार/सम्मान : जापानिज सोसाइटी अफ स्वाइल साइन्स एण्ड प्लान्ट न्यूट्रिसनबाट  
१९८० मा पुरस्कृत  
जापानीज साइन्स एण्ड टेक्नोलोजी एजेन्सीबाट १९९८ मा पुरस्कृत

