அலகு - II

உரங்கள் (Fertilizers)

முன்னுரை

தாவரங்களின் வளர்ச்சியானது மண் மற்றும் வானிலையைப் பொருத்து அமைகிறது. மனிதன் இயற்கையை முற்றிலும் கட்டுப்படுத்த முடியாதெனினும் ஓரளவு கட்டுப்படுத்தலாம். ஆனால் மண்ணின் தன்மையை முழுவதுமாக மாற்ற இயலும். மண்ணுக்கு உரம் இடுவதால் அதனுடைய ஊட்டச்சத்து அளவினைக் கூட்டி அதனை வளமானதாக்கலாம். தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்கு ஏறத்தாழ 6 தனிமங்கள் தேவைப்படுகின்றன. இவற்றில் கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் ஆகியவற்றை நீரிலிருந்தும் வாயு மண்டலத்திலிருந்தும் தாவரங்கள் பெற்றுக்கொள்கின்றன. ஏனைய தனிமங்களை மண் மூலமாகத்தான் தாவரங்கள் பெறவேண்டும்.

தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்குத் தனிமங்கள் இன்றியமையாதன. தாவரங்களின் தேவைக்கு ஏற்ப தனிமங்களை அதிக அளவில் தேவைப்படும் தனிமங்கள் (அல்லது முதன்மை ஊட்டச்சத்துக்கள்) என்றும் குறைந்த அளவில் தேவைப்படும். தனிமங்கள் (அல்லது) துணை ஊட்டச்சத்துக்கள் என்றும் வகைப்படுத்தலாம்.

அதிக அளவில் தேவைப்படும் தனிமங்கள் நைட்ரஜன், பாஸ்பரஸ் மற்றும் பொட்டாசியம் (N, P, K) ஆகும். குறைந்த அளவில் தேவைப்படும் தனிமங்களாவன: கால்சியம், மக்னீசியம் மற்றும் கந்தகம் (சல்பர்) மிகக் குறைந்த அளவில் தேவைப்படும் தனிமங்கள் இரும்பு (அயர்ன்) மாங்கனீஸ், துத்தநாகம், தாமிரம் (காப்பர்) கோபால்ட், குளோரின், போரன் முதலியனவாகும். இவை நுண்ணூட்டச் சத்துக்கள் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன.

வரையறை

மண்ணின் வளத்தைக் கூட்டி விளைச்சலை அதிகரிக்கத் துணைபுரியும் தனிமங்களைக் கொண்டுள்ள சேர்மங்கள் உரங்கள் (fertilizers) எனப்படும். மண்ணில் இவற்றை இடுவதினால் ஊட்டச்சத்துக்களின் பற்றாக்குறை நீக்கப்பட்டு தாவரத்தின் வளர்ச்சியும் விளைச்சல் தரமும் அதிகரிக்கின்றன. உரங்கள் என்ற சொல் தாவர ஊட்டச்சத்துக்களைக் கொண்டுள்ள செயற்கையாகத் தயாரிக்கப்படும் சேர்மங்களைக் குறிப்பதாகும்.

கீழ்க்காணும் காரணங்களால் மண்ணிற்கு உரமிடுதல் அவசியமாகிறது :

1. மண்ணில் ஏற்கனவே பற்றாக்குறையாகயுள்ள அல்லது தாவரங்களால் பயன்படுத்தப்பட்டு விட்ட தனிமங்களை ஈடு கட்ட வேண்டியுள்ளது.

2. தாவரங்களின் செழிப்பான. வளர்ச்சிக்கு அதிகமான ஊட்டச்சத்தினை அளிக்க வேண்டும்.
3. உரங்களை இடுவதால் மண்ணின் pH மதிப்பு 7 லிருந்து 8 வரை நிலை நிறுத்தப்படுகிறது. இந்த நிலையில் தாவரங்கள் எளிதில் ஊட்டச்சத்தினை எடுத்துக்கொள்கின்றன.

சிறந்த உரங்களின் பண்புகள்

உரங்கள் சிறந்தவையாக இருக்க வேண்டுமானால் கீழ்க்காணும் பண்புகளைப் பெற்றிருக்க வேண்டும்.

1. உரம் நீரில் எளிதில் கரையக்கூடியதாக அமைய வேண்டும். அப்பொழுதுதான் தாவரங்கள் வேர்களின் வழியே அவற்றை எடுத்துக்கொள்ள முடியும்.
2. உரங்கள் தாவரங்களுக்கு எளிதில் கிடைக்கக்கூடியதாக அதாவது நீரால் அல்லது மழையினால் தாவரங்களில் தன்மயமாகும் வடிவில், அமைய வேண்டும்.
3. உரங்கள் உலர்ந்ததாகவும், தூள் நிலையிலும் மற்றும் நிலையானதாகவும் இருக்க வேண்டும். அப்பொழுதான் அவைகள் நீண்ட காலம் இருக்கும்.
4. உரங்கள் தாவரங்களுக்கு கேடு விளைவிக்கக்கூடியதாக இருக்கக்கூடாது.
5. உரங்கள் அதிக அமிலத்தன்மை உடையதாக இருத்தல் கூடாது.
6. உரங்கள் விலை மலிவானதாக இருக்க வேண்டும்.

மண் பரிசோதனை : (Soil Test)

சிறந்த மகசூலைப் பெற மண் சோதனை இன்றியமையாதது. மண் சோதனை மூலம் தேவையான உரங்களை தேவையான அளவு பயன்படுத்தி குறைந்த செலவில் அதிக மகசூலைப் பெறலாம். எனவே மண்ணில் உள்ள ஊட்டச்சத்துக்களின் அளவு கீழ்கண்ட முறைகளில் சோதனைகள் மூலம் அளவிடப்படுகிறது. மண்ணின் இயைபும், பற்றாக்குறை ஊட்டச்சத்துக்களும் அளவிடப்படுகின்றன.

1. ***கள ஆய்வு சோதனை : (Field experiement)***

இம்முறையில் சோதனையிடப்பட வேண்டிய நிலத்தின் பல இடங்களில் மண் எடுக்கப்பட்டு நன்கு கலக்கப்பட்டு அதில் ஒரு பகுதியை எடுத்து ஆய்வு நிகழ்த்தப்படுகின்றன. இது மிகச்சிறந்த முறை எனினும் அதிக உழைப்பும் நேரமும் தேவைப்படுகின்றது.

2. ***குட ஆய்வு சோதனை : (Pot analysis)***

இது எளிதாகவும், விரைவாகவும் செய்து, முடிக்கக்கூடிய சோதனை. இதில் பெறப்பட்ட முடிவுகள் மிகச் சிறிய பரப்பளவு கொண்ட நிலத்திற்கு மட்டுமே பொருந்தக் கூடியதாகும். அதிக அளவு நிலப்பரப்புகளுக்கு இத்தகைய முறை பயன்தராது.

3. உயிரியல் சோதனை : (Biological experiment)

இம்முறை மிகவும் காலதாமதம் ஆகக்கூடியதும், அதிக செலவு ஆகும் முறை ஆகும். இம்முறையில் சோதனைக்கு உட்பட்ட மண்ணில் தாவரங்களின் விதைகள் அல்லது பூஞ்சைகள் மற்றும் பாக்டீரியா ஆகிய நுண்ணுயிரிகள் குறிப்பிட்ட சூழலில் வளர்க்கப்படுகின்றன. இவற்றின் வளர்ச்சியையும் அவை எடுத்துக் கொள்ளும் ஊட்டச்சத்து அளவும் ஆய்வின் மூலம் அறியப்படுகின்றன. இந்த ஆய்வுகளிலிருந்து மண்ணிற்கு தேவையான ஊட்டச்சத்துக்கள் கண்டறியப்படுகின்றன.

4. வேதியியல் ஆய்வு முறை : (Chemical analysis)

இது ஒரு தற்கால முறையாகும். இம்முறையில் மண்ணின் வளம் மற்றும் இயைபு நன்கு அளவிடப்படுகிறது. மேலும் தாவரங்களுக்கு தேவையான ஊட்ட சத்துக்களின் அளவு கண்டறியப்படுகிறது. இந்த ஆய்வுகள் மேற்சொன்ன கள ஆய்வுடன் இணைந்து செயல்பட்டால் மிகச்சிறந்த முடிவுகள் கிடைக்கின்றன.

இத்தகைய ஆய்வு மையங்கள் வட்டார அளவிலும், மாவட்ட அளவிலும் அமைந்துள்ளன. தனியார் மண் பரிசோதனைக் கூடங்களும் நகரங்களில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

மண் சோதனை மூலம் உரங்களை பரிந்துரை செய்தல் :

தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்குக் கீழ்க்கண்ட மூன்று வகையான ஊட்டச்சத்துக்கள் தேவைப்படுகின்றன.

1. நைட்ரஜன், பாஸ்பாஸ் மற்றும் பொட்டாசியம் ஆகிய முதன்மை ஊட்டச்சத்துக்கள்.
2. கால்சியம், மக்னீசியம் மற்றும் சல்பர் ஆகிய இரண்டாம் நிலை ஊட்டச்சத்துக்கள்.
3. இரும்பு, குரோமியம், மாங்கனீசு, போரான் குளோரின், கோபால்ட் ஆகிய மாலிப்டினம் ஆகிய நுண் ஊட்டச் சத்துக்கள்.

மேற்கூறிய மூன்று வகையான ஊட்டச்சத்துக்களில் எது குறைவாக இருந்தாலும் தாவர வளர்ச்சி பெரிதும் பாதிக்கப்படுகிறது. ஒவ்வொரு குறைபாட்டிற்கும் ஒவ்வொரு வகையான நோய்கள் தாவரங்களுக்கு உண்டாகின்றன.

அதிக மகசூலைப் பெற மண் பரிசோதனை செய்யப்பட்டு மண்ணின் இயைபும், குறைபாடும் கண்டறியப்பட்டு அதற்கு தக்கவாறு உரங்கள் பரிந்துரை செய்யப்படுகின்றன. பயிரிடப்பட்டுள்ள தாவரங்களின் தன்மைக்கேற்ப உரங்கள் பரிந்துரை செய்யப்படுகின்றன.

உரங்களின் வகையீடு

பொதுவாக உரங்கள் இரு தலைப்புகளில் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

அ) உரங்கள் மண்ணில் செயல்படுதிறன் அடிப்படையில் வகையீடு செய்தல்.
ஆ) உரங்கள் கொண்டுள்ள தனிமங்களைப் பொருத்து வகைப்படுத்துதல்.

அ) உரங்கள் மண்ணில் செயல்படுதிறனை அடிப்படையாகக் கொள்ளல்

1. நேரடி உரங்கள் (Direct fertilizers)

தாவரங்கள் ஊட்டச்சத்தினை நேரடியாக மண்ணிலிருந்து பெற்றுக் கொள்கின்றன. எ.கா. : சூப்பர், பாஸ்பேட், நைட்ரேட்டுகள் மற்றும் அம்மோனியம் சேர்மங்கள்.

2. மறைமுக உரங்கள் (Indirect fertilizers)

இவ்வகை உரங்களிலுள்ள ஊட்டச்சத்துக்கள் பயிரின் வளர்ச்சிக்கு உடனடியாகக் கிடைப்பதில்லை. இவற்றால் மண்ணின் காற்றோட்டம் அதிகரிக்கிறது. அமிலத்தன்மை நடுநிலையாக்கப்படுகிறது. நுண்ணுயிரிகள் வாழவழி ஏற்படுகிறது. இதனால் மண்வளம் அதிகரிக்கிறது. எ.கா. மட்கு, தொழுஉரம், கண்ணாம்பு

3. முழுமையான உரங்கள் (Complete fertilizers)

தாவரங்களின் முழுமையான வளர்ச்சிக்குத் தேவையான தனிமங்களைக் கொண்ட உரங்கள் முழுமையான உரங்கள் எனப்படும். இவை நைட்ரஜன், பாஸ்பரஸ், பொட்டாசியம் மற்றும் ஏனைய உப்புக்களைக் கொண்டுள்ளன. எ.கா. செயற்கை உரங்கள்

4. முழுமையற்ற உரங்கள் (Incomplete fertilizers)

தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான N, P, K ஆகிய இன்றியமையா தனிமங்களில் ஏதேனும் ஒன்று அல்லது இரண்டைக் கொண்ட உரங்கள் முழுமையற்ற உரங்களாகும். எ.கா. : $(NH_4)_2HPO_4$, KNO_3

5. கலப்பு உரங்கள் (Mixed fertilizers)

தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான தனிமங்களைத் தகுந்த விகிதத்தில் பௌதிக முறையில் கலந்து பெறப்படும் உரங்கள் கலப்பு உரங்களாகும்.

6. இயற்கை உரங்க (Natural Organic fertilizers)

இயற்கையில் கிடைக்கக்கூடிய புண்ணாக்கு, உலர்மீன் உரம், வேம்பு உரம் போன்றவை இயற்கை கரிம உரங்களாகும். பண்ணை வெளி உரங்கள் (farmyard manure) ம் மிக்கவையாகும்.

7. **செயற்கை கரிம உரங்கள் (Synthetic Organic fertilizers)**

இவை வேதியியல் முறையில் தயாராகும் உரங்களாகும். எ.கா. : யூரியா, கால்சியம் சயனமைடு போன்றவை.

ஆ) மண்ணிற்கு வழங்கும் தனிமங்களைப் பொருத்து உரங்களை வகைப்படுத்துதல்

1. நைட்ரஜன் உரங்கள் : எ.கா. யூரியா, அம்மோனியம் சல்பேட்
2. பாஸ்பரஸ் உரங்கள் : எ.கா. சூப்பர் பாஸ்பேட்
3. பொட்டாசியம் உரங்கள் : எ.கா. பொட்டாசியம் குளோரைடு, பொட்டாசியம் நைட்ரேட்

இவை முறையே தழைச்சத்து, மணிச்சத்து, சாம்பல்சத்து அளிக்கும் உரங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

நைட்ரஜன் உரங்கள்

நைட்ரஜன் தாவரங்களின், குறிப்பாக வளரும் இளஞ்செடிகளின், பகுதிகளிலும், மிகுதியான அளவில் இலைகளிலும் விதைகளிலும் காணப்படுகின்றது. நைட்ரஜன், தாவரங்களின் அனைத்துத் திசுக்களிலும் பகுதியுறுப்பாக உள்ளது. செல் திசுக்களை உருவாக்கும் புரோட்டீன்களில் நைட்ரஜன் முக்கிய தனிமமாகும். ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெற உறுதுணையாகவுள்ள குளோரோபில் நைட்ரஜனைக் கொண்டுள்ளது.

தாவரங்களின் வளர்ச்சியில் நைட்ரஜனின் பங்கு

தாவரங்களை செழித்து வளர நைட்ரஜன் இன்றியமையாததாகும்.

i. நைட்ரஜன் அதிகமாக இருந்தால் தாவரங்கள் செழித்து வளர்கின்றன. எனினும் தேவையான அளவு பாஸ்பரஸ் மற்றும் பொட்டாசியம் இல்லாது போனால் அவை நன்றாக வளர்வதில்லை.

ii. தேவையான அளவு நைட்ரஜனை இட்டால் தாவரங்கள் விரைவில் முதிர்ச்சி அடைகின்றன. ஆனால் தேவைக்கு அதிகமாக நைட்ரஜனை இடுவதால் தாவரங்களின் வளர்ச்சி தொடர்ந்து நடைபெறுகிறது. அதனால் எளிதில் முதிர்ச்சி அடைவதில்லை. மேலும் தண்டுப்பகுதி மென்மையாகவும், காய்ந்தும் விடுகின்றது.

iii. **எளிதில் நோய்களினால் பாதிக்கப்படுகின்றன.**

iv. **நைட்ரஜன் குறைந்த செல்கள் குச்சி போன்ற அமைப்பைப் பெறுவதுடன் விதைகள் உண்டாவதிலும் தாமதம் ஏற்படுகிறது.**

v. நைட்ரஜன் சத்து சேர்வதால் தாவரங்களின் இலைகள் கரும்பச்சை நிறமடைகின்றன. விரைவான வளர்ச்சி ஏற்படுகிறது. இது தாவரங்களின் புரோட்டீன் அளவை அதிகரிப்பதுடன் பயிர்களின் விளைச்சலையும் அதிகரிக்கச் செய்கிறது.

நைட்ரஜன் சத்து பற்றாக் குறைவினைக் காட்டும் அறிகுறி

நைட்ரஜன் சத்து தழைச்சத்து என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. குறைவதால் செடிகொடிகளின் வளர்ச்சியும் முதிர்ச்சியும் பாதிக்கப்படுகின்றன.

1. நைட்ரஜன் சத்து குறைவாக உடைய தாவரங்கள் இலைப் பச்சை (குளோரோபில்) படிப்படியாக இழக்கின்றன. இதன் விளைவாக நிறம் வெளிர்ப்பச்சை அல்லது மஞ்சளாக மாறுகிறது. திசுக்கள் இருப்பின் இவை முழுவதும் மஞ்சள் நிறமாகிவிடும். இத்தகைய பச்சையத்தின் அளவு குறைவதால் உண்டாகிறது.
2. நைட்ரஜன் பற்றாக்குறைவினால் வெள்ளரிக்கொடி போன் மொக்குகள் மெலிந்து நீண்டும், தானியங்களின் பருப்பு சுருங்கி குறைந்தும் காணப்படுகின்றன.
3. பழச்செடிகளில் இலைகள் முன்னதாகவே உதிர்ந்து விடும். பக் முகிழ்க்கும் அரும்புகள் பட்டு விடும். பழங்கள் வழக்கத்திற்கு நிறங்கொண்டிருக்கும். சுருங்கக் கூறின், நைட்ரஜன் சத்துக் குறை தாவரங்களின் விரியம் (வலிமை) குறைகிறது. இலைகள் வெளிர்ப்பச்சை அல்லது மஞ்சளாக மாறுகிறது. மணற் மண்ணிலும் நீர்த்தேக்கமுடைய நிலத்திலும் நைட்ரஜன் பற் ஏற்படுகிறது.

நைட்ரஜன் உரங்களின் முக்கியத்துவம்

நைட்ரஜன் உரங்கள் தாம் மண்ணுக்கு வழங்கும் நைட்ரஜனை NO_3^- அல்லது அம்மோனியம் NH_4^+ அயனி வடிவில் வழங்குகின்ற அயனியைப் பெரும்பாலான தாவரங்கள் தமது வளர்ச்சியின் துவக்கத் விரும்பி ஏற்கின்றன. ஏனையவை வளர்ச்சிப்பருவம் மு எடுத்துக்கொள்கின்றன. நெற்பயிர் இரண்டாவது வகைக்கு எடுத்துக் எனினும் தாவரங்கள் பெரும்பகுதி நைட்ரஜனை NO_3^- வ உறிஞ்சிக்கொள்கின்றன. இதற்குக் காரணம் காற்றோட்டமுள்ள NH_4^+ அயனி விரைவாக NO_3^- அயனியாக மாற்றமடைவதேயாகு NO_3^- அயனி விரைந்து இயங்கும் தன்மையைப் பெற்றிருப்பதால் இ தாவர வேர்களைச் சென்றடைகிறது.

NO_3^- அல்லது NH_4^+ அயனிகளைத் தாவரங்கள் ஏற்றுக்கொ முக்கிய காரணிகளாவன :

1. நடுநிலை அல்லது காரத்தன்மையான மண்ணாக இருந் அயனியை எளிதில் ஏற்கிறது. மண்ணில் HCO_3^-, CO_3^{2-} பே இருந்தாலும் NH_4^+ எளிதில் ஏற்றுக்கொள்ளப்படுகிறது.

2. யூரியா $CO(NH_2)_2$

யூரியா நைட்ரஜனை கொண்ட ஒரு கரிம உரமாகும். கனிம நைட்ரேட்டுகள் மற்றும் அம்மோனியம் உப்புக்களை விட இது சில சிறப்புக்களைக் கொண்டுள்ளது.

1. அம்மோனியம் சல்பேட் பயன்படுத்தும்போது, தாவரம் நைட்ரஜனை உறிஞ்சுகிறது. மண்ணில் (SO_4^{2-}) அயனி தங்கிவிடுகிறது. இதனால் நாளுக்கு நாள் மண் மேலும் மேலும் அமிலத்தன்மை அடைகிறது. யூரியாவை பொருத்தவரை இவ்வகையான தீய விளைவு ஏற்படுவதில்லை.
2. யூரியா அதிக அளவு நைட்ரஜனைக் (45% N) கொண்டுள்ளது. ஈரமண்ணுடன் தொடர்பு கொள்ளும் போது மண்ணில் இயற்கையில் கிடைக்கும் யூரியேஸ் என்னும் நொதியால் இது அம்மோனியம் கார்பனேட்டாக மாற்றப்படுகிறது. இம்மாற்றத்திற்கு பின்னர் இது அம்மோனியம் சல்பேட்டைப் போன்று செயல்படுகிறது.
3. தொடர்ச்சியான பல வினைகள் மூலம் யூரியா முழுமையாக NO_3 மற்றும் CO_2 ஆக மாற்றமடைகிறது. மண்ணிலிருந்து இவை மறைந்த பின்னர் கசடாக எதுவும் தங்குவதில்லை.

பாஸ்பேட் உரங்கள்
(Phosphate fertilizers)

எல்லாத் தாவரங்களின் திசுக்களிலும் பாஸ்பரஸ் உள்ளது. பாஸ்பர்ஸ சத்தினை மணிச்சத்து என்றும் அழைக்கிறோம். இது முக்கியமாக தாவரங்களின் செல்கருவில் உள்ளது. பல்வேறு உயிரியல் வினைகளுக்கு உள்ளாகிறது. இது பைட்டின், லெசித்தின் மற்றும் ஏனைய பாஸ்போ லிப்பிடுகளில் ஒரு கூறாக உள்ளது. செல் வளர்ச்சி முறைக்கு மிக முக்கியமானதாகையால் தாவரங்களின் இளமையான பகுதிகளில் இது மிகுந்து காணப்படுகிறது. பூக்கல் மலரும் காலத்தில் அதிக அளவில் பாஸ்பரஸ் விரியும் மொக்குகளில் சென்று தங்குகிறது. பின்னர் இது பழங்கள் விதைகள் ஆகியவற்றிக்கு மாற்றமடைகின்றன.

தாவர வளர்ச்சியில் பாஸ்பரஸ் உண்டாக்கும் விளைவு

தகுந்த வளர்ச்சிக்கு தாவரங்கள், விலங்குகள் ஆகியவற்றிற்கு பாஸ்பரஸ் தேவைப்படுகிறது. விலங்குகள் தாவரங்களிலிருந்து பாஸ்பரஸைப் பெறுகின்றன. தாவரங்கள் நேரடியாக மண்ணிலிருந்து பாஸ்பரஸைப் பெறுகின்றன. தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகள் இறந்து மடியும் போது பாஸ்பரஸ் (P) மண்ணுக்கு திரும்பவும் வந்து சேர்கிறது. விலங்குகளின் கழிவுகள் ஆற்றில் கொண்டு விடப்படுவதினால் மண்ணில் இருக்கக்கூடிய P யின் அளவு குறைகிறது. இந்த இழப்பு P ஐக் கொண்ட செயற்கை உரங்களால் ஈடு செய்யப்படுகிறது.

1. மண்ணில் P சேர்க்கப்படுவதால் தாவரங்களில் விரைவில் வேர்கள் உண்டாவதும் வளர்வதும் தூண்டப்படுகின்றன. மேலும் தாவரங்களில் பூப்பதும் விதை உண்டாவதும் விரைவாக நிகழ்கின்றன.
2. மிகக்குறைந்த அல்லது மிக அதிகமான அளவு P நைட்ரஜன் அல்லது பொட்டாசியத்தைப் போன்ற தாவர வளர்ச்சியை அவ்வளவாகப் பாதிப்பதில்லை. பாஸ்பர்ஸ் மிகுதியாக இருந்தால் தாவரங்கள்

பருவமடைதல் துரிதமாகிறது. வேர்களின் வளர்ச்சியை P ஊக்குவிக்கிறது. குட்டையான வளர்ச்சி இருந்தால் P குறைவு காரணமாக இருக்கலாம்.

3. விலங்குகளில் தீவனத்தை உட்கொண்ட கால்நடைகள் தகுந்த அளவு எடையைப் பெறுவதில்லை போதிய அளவு வளர்வதில்லை.

பாஸ்பரஸ் சத்து பற்றாக்குறைவினைக் காட்டும் அறிகுறிகள்

1. தாவரங்களில் P குறைவு அவ்வளவு தெளிவாகத் தோன்றுவதில்லை. P குறைவாக இருந்தால் செல் வளர்ச்சி பாதிக்கப்படுவதனால் தாவரங்கள் குட்டையாக வளர்கின்றன. நாற்றாக வளரும் போது கரும்பச்சை நிறமும் ஒரு ஊதாநிறமும் கொண்டதாக இருக்குமானால் அதில் P குறைவு என்று பொருள் தாவரங்கள் மஞ்சள் நிறமாகத் தோன்றினால் P குறைவு எனக்கொள்ளலாம். புதிதாக உண்டாகும் இலைகளில் ஊதா நிற இலைகள் இருந்தால் P குறைவு என்று அறியலாம்.
2. தேவையான அளவு P இல்லாத போது பொதுவாக தாவரம் பருவமடைதலும் விதை உருவாதலும் தமாதமாகிறது.
3. மிக முக்கியமானதொரு அறிகுறி வளர்ச்சிக் குறைவு மற்றும் தடைப்பட்ட வளர்ச்சியே ஆகும்.

பாஸ்பேட் உரங்களின் வகைகள்

பாஸ்பரஸைக் கொண்டுள்ள பாறைகள், இரும்புத்தாதுக்கள் மற்றும் விலங்கு எலும்புகள் பாஸ்பரஸின் முக்கிய மூலப்பொருட்களாகும். P ஐக் கொண்டுள்ள உரங்களைப் பின்வருமாறு வகைப்படுத்தலாம்.

1. பாறை பாஸ்பேட் மற்றும் எலுமபுத்தூள் போன்ற இயற்கை பாஸ்பேட்டுகள்.
2. எலும்புச் சாம்பல், எலும்புக் கருப்பு, சூப்பர் பாஸ்பேட் நன்கு எரிக்கப்பட்ட பாஸ்பேட்டுக்கள் கால்சியம் மெட்டாபாஸ்பேட் போன்று பக்குவப்படுத்தப்பட்ட இயற்கை பாஸ்பேட்டுகள்.
3. அம்மோனியா ஏற்றம் பெற்ற அல்லது நைட்ரோ ஏற்றம் பெற்ற சூப்பர் பாஸ்பேட்டுகள், பொட்டாசியம் பாஸ்பேட், பொட்டாசியம் சூப்பர் பாஸ்பேட்

பொட்டாசியம் உரங்கள் (Potassium Fertilizers)

பொட்டாசியம் சத்தினை "சாம்பல் சத்து" எனவும் அழைக்கலாம். தாவரங்கள் ஏற்றுக்கொள்ளக் கூடிய பொட்டாசியம் அனைத்துமே கரையும் அயனி வடிவில் காணப்படுகிறது. இது செல்கருவில் காணப்படுவதில்லை. தாவரங்களின் சைட்டோ பிளாசத்தில் காணப்படுகிறது. தாவரங்களில் பொட்டாசியத்தின் சரியான செயல்பாடு யாது என அறியப்படவில்லை. ஆயினும் பொட்டாசியம் இன்றியமையாததாகக் கருதப்படுகிறது.

தாவரங்களில் பொட்டாசியத்தின் செயல்பாடு :

தாவரங்களில் பொட்டாசியத்தின் செயல்பாடு : தாவரங்களில் கார்போஹைட்ரேட்டுகள் உருவாதல்.

1. புரோட்டீன்கள் மற்றும் கார்போஹைட்ரேட்டுகள் உருவாதல்.
2. குளோரோபில் தொகுப்புமுறையில் தயாரிக்கப்படுதல்.
3. NO_3^- ஐ NH_2^- ஆக மாற்றுதல்
4. NO_3^-, $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} ஆகிய எதிர் மின் அயனிகளை உறிஞ்சுதல்,
5. கார்போஹைட்ரேட்டுகளைச் சேமித்து வைத்தல்.

கடைசி செயல்பாட்டின் காரணமாக தாவரங்கள் மற்றும் தாவர விளைபொருள்களின் தரம் பொட்டாசியத்தைப் பொருத்து அமைகிறது. பொட்டாசியம் பற்றாக்குறையுடைய மண்ணில் பயிராகும் உருளைக்கிழங்கின் சேமிக்கப்படும் திறனும் சமையல் தரமும் பாதிக்கப்படுகின்றன. பொட்டாசியம் குறைவான சூழ்நிலையில் பயிராகும் கோதுமை மற்றும் ஏனைய சிறுதானியப் பயிர்கள் மெலிந்த தண்டுகளைக் கொண்டுள்ளன.

பொட்டாசியம் சேர்க்கப்படுவதால் பயிர்களின் வலிமையும் குளிரைத் தாங்கும் தன்மையும் அதிகரிக்கின்றன. நோய்களை எதிர்ப்பதற்குப் போதுமான ஆற்றலும் அதிகரிக்கின்றது. மேலும் பருமனான விதைகள் உண்டாவதற்கும், கார்போ ஹைட்ரேட்கள் தயாரிக்கப்படுவதற்கும் பொட்டாசியம் பயன்படுகிறது.

பொட்டாசியம் பற்றாக்குறையின் அறிகுறிகள் :

1. குறைந்த அளவு பொட்டாசியம் இருக்கும்போது தாவரங்களின் இலைகள் பசுமைக் குறைந்து காணப்படுகின்றன. குறைபாடு மிக அதிகமாக இருப்பின் இலைகளின் விளிம்புகள் மஞ்சள் நிறமாகி, முடிவில் அவை மடிகின்றன.

2. பொட்டாசியம் குறைவாக இருந்தால் தாவரங்களின் தண்டுகள் மெலிந்து காணப்படுகின்றன, (எ.கா) வெள்ளரிக்கொடி; உருளைக்கிழங்கு செடியின் இலைகளின் கீழ்ப்பகுதியின் ஓரங்கள் வாடியும் இலைகள் பருத்து வெளித்தள்ளிய தோற்றத்தையும் கொண்டுள்ளன.

வகைப்படுத்துதல் குளோரைடு மற்றும் குளோரைடு - அல்லாத வடிவங்கள்:

நிலத்தினடியிலுள்ள உப்புப் படுக்கைகளைத் தோண்டியெடுத்து அவற்றிலிருந்து பொட்டாசியம் பெறப்படுகிறது. உப்பு ஏரிகளிலிருந்து கிடைக்கும் சாதாரண உப்பும் பொட்டாசியத்தைப் பெற உதவும் மற்றொரு மூலமாக விளங்குகிறது. பொட்டாசியத்தைக் கொண்டுள்ள முக்கிய சேர்மங்களாவன: பொட்டாசியம் குளோரைடு (பொட்டாசியத்தின்) மூரியேட்டு என்ற சாதாரணப் பெயரும் உண்டு. பொட்டாசியம் சல்பேட்டு பொட்டாசியம் நைட்ரேட்டு மற்றும் உர உப்புக்கள் உர உப்பு என்பது ஓரளவே (குறைவாக) பண்படுத்தப்பட்ட பொருளாகும். இதில் பொட்டாசியம் குளோரைடு, மக்னீசியம் சல்பேட், சோடியம் குளோரைடு, ஆகியவை அடங்கியுள்ளன. பொட்டாசியத்தைக் கொண்டுள்ள சில பொருள்களில் அது கார்பனேட் வடிவில் காணப்படுகிறது. எ.கா.: மரச்சாம்பல் என்றாலும் இவை சிற்றளவுகளில் மட்டுமே உரமாகப் பயன்படுகின்றன.

முக்கியமான பொட்டாசிய உரங்களும் அவற்றில் பொட்டாசியத்தின் அளவுகளும் அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை - 1

பொட்டாசியம் உரங்கள்

உரம்	வடிவம் (வாய்ப்பாடு)	சதவீதம் K_2O	K
1. பொட்டாசியம் குளோரைடு	KCl	48-60	40-50
2. பொட்டாசியம் சல்பேட்	K_2SO_4	48-50	40-42
3. பொட்டாசியம் நைட்ரேட்	KNO_3	44 மற்றும் 13%N)	37
4. புகையிலையின் தண்டுகள்			
5. மரச்சாம்பல்	—	4.0-9.0	3.3-7.5
	(கார்பனேட்டாக)	1.5-8.0	1.2-6.6
6. பொட்டாசியம் மெட்டா பாஸ்பேட்			
	KPO_3	40	17.6

பொட்டாசியம் உரங்களைத் தயாரிக்கும் முறைகள் மற்றும் அவற்றின் பண்புகள்

பொட்டாசியம் சேர்மங்கள் பூமியின் மேற்பரப்பில் காணப்படுகின்றன. பெரும்பாலான நிலத்தாவரங்கள் குறிப்பிடத்தக்க அளவு பொட்டாசியம் சேர்மங்களைக் கொண்டுள்ளன. மண் Na^+ அயனிகளைவிட K^+ அயனிகளை அதிகம் உறிஞ்சும் திறனுடையது. ஆகையால் K^+ அயனிகள் எளிதில் ஆற்றுநீரால் அல்லது மழை நீரால் அடித்துச் செல்லப்படுவதில்லை. இதன் காரணமாக கடல் நீரில் சோடியத்தின் சேர்மங்களே மிகுந்துள்ளன. பொட்டாசியத்தின் சேர்மங்கள் இருப்பது இல்லை.

1. பொட்டாசியம் குளோரைடு (KCl)

இது இயற்கையில் சில்வைன் (KCl) மற்றும் கார்னலைட் (KCl) $MgCl_2$, $6H_2O$) ஆகக் கிடைக்கிறது. இவை பொதுவாக $MgSO_4$, NaCl முதலியவற்றை மாசுக்களாகக் கொண்டுள்ளன. கார்னலைட் நன்கு தூளாக்கப்பட்டு 20% $MgCl_2$ கரைசல் கொண்டு பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. கார்னலைட்டை இந்தக்கரைசலின் வழியாகச் செலுத்தும்போது KCl கரைந்து விடுகிறது. ஆனால் NaCl, $MgSO_4$ ஆகியவை கரைவது இல்லை. இவை வடிகட்டி பிரித்தெடுக்கப்பட்ட பின்னர் கரைசலை அடர்பித்தால் KCl படிகங்கள் வெளிவரும். இவ்வுப்பினை அதிகமாகக் கொண்ட சில ஏரிகளின் நீரிலிருந்து KCl பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது.

2. பொட்டாசியம் நைட்ரேட் (நைட்டர் உப்பு) KNO_3 :

வெப்ப மண்டலப் பகுதியிலுள்ள இந்தியா போன்ற நாடுகளில் மேற்பரப்பில் ஓரளவு நைட்ரேட் கிடைக்கிறது. சில கிராமங்களில் சாக்க தேங்கி இருப்பதால் நைட்ரஜன் சேர்மங்கள் உருவாகி சில பாக்டீரிய செயல்பாட்டின் காரணமாக நைட்ரேட் உருவாகிறது. இந்த மண் பிரித்தெடுத்து நீர் கொண்டு கழுவி பின்னர் படிகமாக்குதல் மூலம் உப் பிரித்தெடுக்கலாம்.

'சிலி சால்ட்பீட்டர்' என அழைக்கப்படும் $NaNO_3$ யிலிருந்தும் தயாரிக்கப்படுகிறது. சிலிசால்ட்பீட்டர், KCl ஆகியவை சம எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டு, மிகக் குறைந்த அளவு கொதிக்கும் நீரில் க படுகின்றன.

$$NaNO_3 + KCl \longrightarrow KNO_3 + NaCl$$

NaCl ன் கரைதிறன் வெப்பநிலை உயரும்போது மாறுவதில்லை. KNO_3 ன் கரைதிறன் துரிதமாக உயருகிறது; NaCl குறைந்த அளவே கூடியதாகையால் கொதிக்கும் கரைசலிருந்து அது முதலில் எடுக்கப்படுகின்றது. போதுமான NaCl பிரித்து எடுக்கப்பட்ட பின்னர் குளிர்விக்கப்பட்டு KNO_3 படிகமாக்கப்படுகிறது. KNO_3 ஐப் போன்று நீர் உறிஞ்சாது; இது ஒரு உரமாகப் பயன்படுகிறது.

3. பொட்டாசியம் சல்பேட் K_2SO_4 :

இயற்கையில் கிடைக்கும் தாதுவான ஸோனைட், K_2SO_4, $MgSO_4$ போன்றவற்றை KCl உடன் வினைபடுத்தி K_2SO_4 ஐப் பெறலாம்.

$$K_2SO_4.MgSO_4.6H_2O + 2KCl \longrightarrow 2K_2SO_4 + MgCl_2 +$$

இது உரமாக பயன்படுகிறது. முக்கியமாக புகையிலை, ச ஆகியவற்றிற்குப் பயன்படுகிறது.

பொட்டாசியம் உப்புக்கள் பொதுவாக உரங்களாகப் பயன்படு இவை தாவரங்களினுடைய வளர்ச்சி, தரம் ஆகியவற்றை மே உதவுகின்றன. மேலும் தாவரங்களை நோய் தாக்காமல் பாதுகாக் தாவரங்களிலிருந்து பெறப்படும் மரச்சாம்பல் 5 முதல் 6% பொட்டாசியத்தைக் கொண்டுள்ளது. கம்பளியிலிருந்து (உரோமத்தி பெறப்படும் ஆட்டுவியர்வையிலும் K-காணப்படுகிறது.

கலப்பு உரங்கள் : (Mixed fertilizers)

2m

பயிர்க்குத் தேவையான ஊட்டச்சத்துக்களை வழங்குவதில் மண்ணுக்கு மண் வேறுபடுகிறது. மேலும் வெவ்வேறு பயிர்களுக்கு வெவ்வேறு அளவு கனிமங்கள் தேவைப்படுகின்றன. எனவே மண்ணினுடைய ஊட்டச்சத்து குறைவை ஈடு செய்வதற்கும் வெவ்வேறு வகைப் பயிருக்குத் தேவையான தனிமங்களை வழங்குவதற்கும் உகந்த உரங்கள் தேவைப்படுகின்றன. (இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட உரத் தனிமங்களைக் கொண்டுள்ள பொருள் கலப்பு உரம் அல்லது கூட்டு உரம் எனப்படும்.) சில கலப்பு உரங்கள் மூன்று முக்கிய தனிமங்களில் ஏதேனும் இரண்டை மட்டுமே கொண்டுள்ள இவை 'முழுமையற்ற உரங்கள்' எனப்படும். பொதுவாக பயன்படுத்தப்படும் முழுமையற்ற உரங்கள் P மற்றும் K ஐக் கொண்டுள்ளன. ஆனால் N ஐக் கொண்டிருப்பதில்லை. (மூன்று முக்கிய உரத் தனிமங்களையும் கொண்டுள்ள உரங்கள் முழுமையான உரங்கள் எனப்படுகின்றன. இவை NPK உரங்கள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.) (எ.கா) ஒரு அம்மோனியா கரைசல், ட்ரிப்பிள் சூப்பர் பாஸ்பேட், பொட்டாசியத்தின் மூரியேட்டு சிறிதளவு கரிமப்பொருள்கள் ஆகியவற்றை பயன்படுத்தினால் முழுமையான உரம் கிடைக்கிறது. இவ்வுரங்களில் நைட்ரேட், யூரியா மற்றும் அம்மோனியம் உப்புக்களில் நைட்ரஜனும் சூப்பர் பாஸ்பேட்டில் பாஸ்பரசும், குளோரைடு அல்லது சல்பேட்டாக பொட்டாசியமும் அடங்கியுள்ளன.

இரண்டாண் நிலை ஊட்டச்சத்துக்கள்

தாவரங்கள் செழித்து வளர்வதற்கு 14 தனிமங்களை மண்ணிலிருந்து எடுத்துக் கொள்கின்றன. இவற்றில் 6 தனிமங்கள் அதிக அளவில் தேவைப்படுவதால் அவை பேரளவு ஊட்டச்சத்துக்கள் (macro nutrients) எனப்படுகின்றன. அவையாவன; N, P, K, Ca, Mg மற்றும் S ஆகும். மண்ணில் இவை குறைவாக இருப்பின் தாவர வளர்ச்சியே பாதிக்கப்படும். N, P, K ஆகியவை தொழு உரமாகவும் செயற்கை உரங்களாகவும் மண்ணிற்கு அளிக்கப்படுகின்றன. எனவே, இவை முதன்மைத் தனிமங்கள் (Primary

elements) எனப்படும். கால்சியம், மக்னீசியம், கந்தகம் (சல்ஃபர்) ஆகியவை இரண்டாம்நிலைத் தனிமங்கள் (Secondary elements) எனப்படும். அமிலமண்களுக்கு Ca, Mg ஆகியவை சுண்ணாம்புக் கல்லாக சேர்க்கப்படுகின்றன. எனவே இவையிரண்டும் சுண்ணாம்புத் தனிமங்கள் (lime elements) எனவும் அழைக்கப்படும். கந்தகத்தைப் பல தாவரங்கள் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் பயன்படுத்துகின்றன. தேவையான அளவு கந்தகம் மண்ணிலேயே உள்ளது. தொழிற்சாலைகளுக்கு அருகாமையில் உள்ள பகுதிகளில் மழை மற்றும் பனி ஆகியவற்றாலும் கந்தகம் பூமியை அடைகிறது.

நுண்ணூட்டச் சத்துக்கள் (Micro Nutrients)

இரும்பு மாங்கனீஸ், தாமிரம், துத்தநாகம், போரான், மாலிப்டினம், குளோரின், கோபால்ட் (Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo, Cl and Co) ஆகிய 8 தனிமங்களைத் தாவரங்கள் மிகக்குறைந்த அளவில் ஏற்றுக்கொள்கின்றன. எனவே இவை நுண்ணூட்டச் சத்துக்கள் (Micro Nutrients) எனப்படுகின்றன. இத்தனிமங்கள் குறைந்த அளவே மண்ணில் உள்ளன. தாவரங்கள் தொடர்ந்து பயிரிடப்படுகின்ற போது இந்த நுண்ணூட்டச் சத்துக்களின் அளவு மண்ணில் குறைகின்றது. நுண்ணூட்டச் சத்து குறைவு ஏற்படக்கூடிய முக்கியமான மூன்று நிலைகளாவன;

1. மணற்பாங்கான மண்
2. கரிம மண்
3. மிகுந்த காரத் தன்மை வாய்ந்த மண்.

மணல் மற்றும் கரிம மண்ணில் மிகக் குறைந்த அளவே இந்த நுண்ணூட்டச் சத்துக்கள் உள்ளன.

தாவரங்களில் இவற்றின் செயல்பாடுகள் (Functions in plants)

வெவ்வேறு நுண்ணூட்டச் சத்துக்கள் தாவரங்களில் செயல்படும் வகையும் அவற்றினுடைய உயிரியல் வள்ர்ச்சி முறையும் நன்கு அறியப்படவில்லை. ஆயினும் இத்தனிமங்கள் தாவரங்களின் சிலமுக்கிய செயல்பாட்டிற்கு இன்றியமையாததாக உள்ளன. இத்தனிமங்களில் பல தொகுதிகளின் செயல் முறைக்கு இன்றியமையாதவையாக உள்ளன. எ.கா : Cu, Fe, Mo போன்றவை நொதி அமைப்பில் 'எலக்ட்ரான் தாங்கி' களாகச் செயல்படுகின்றன. இவை தாவரங்கள் ஆக்சிஜனேற்ற ஒடுக்க வினைகளைக் கொடுக்கின்றன. நுண்ணூட்டச் சத்துக்கள் இல்லாமல் இவ்வினைகள் நடைபெறாது. Mo, Mn ஆகியவை நுண்ணுயிர்களிலும் தாவரங்களிலும் சில நைட்ரஜன் நிலை மாற்றங்களை நிகழ்த்துவதற்கு தேவை எனக் காணப்பட்டுள்ளது. நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்துவதற்கு Mo இன்றியமையாததென அறியப்பட்டுள்ளது. சில வளர்ச்சி ஹார்மோன்கள் உருவாவதற்கு Zn தேவைப்படுகிறது. தாவரங்களில் இரும்புச்சத்தை பயன்படுத்துவதில் தாமிரத்திற்குப் பங்கு உண்டு எனத் தெரிகிறது. போரான்

குறைவாக இருந்தால் நீர் உறிஞ்சும் அளவு குறைகிறது. பச்சையம் உருவாவதற்கும் புரோட்டீன் தொகுப்பிற்கும் இரும்பு இன்றியமையாதது. குளோரின், கோபல்ட் போந்ற தனிமங்களும் தேவை என தற்காலத்தில் காணப்பட்டுள்ளது. அவை எந்தெந்த வகைகளில் பயன்படுகின்றன என்று இன்னும் எரிமமாகக் கண்டறியப்படவில்லை. நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்துவதில் Co தேவைப்படுகிறது. வைட்டமின் B_{12}-ல் கோபால்ட் ஓர் பகுதியுருப்பாக விளங்குகிறது.

அட்டவணை - 13
சில நுண்ணூட்டச் சத்துக்களின் செயல்பாடுகள்

நுண்ணூட்டச் சத்துக்கள்	தாவர வினைமுறைகளின் செயல்பாடுகள்
இரும்பு (Fe)	குளோரோபில் தொகுப்பு, சுவாசித்தலில் நிகழும் ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க வினைகள் சில என்சைம்கள் மற்றும் புரோட்டீன்களில் பகுதியுறுப்பாக.
மாங்கனீஸ் (Mn)	நைட்ரஜன் மற்றும் கனிம வளர்ச்சிதை மாற்றங்கள் CO_2 உட்கொள்ளுதல் (ஒளிச்சேர்க்கை) கார்போ ஹைட்ரேட் சிறுபகுதிகளாகச் சிதைவடைதல்
தாமிரம் (Cu)	சுவாசித்தலில் வினையூக்கியாக ; என்சைமில் பகுதி யுறுப்பாக குளோரோபில் தொகுப்பு ; கார்போ ஹைட்ரேட்டு மற்றும் புரோட்டீன் வளர்ச்சிதை மாற்றங்களில்
துத்தநாகம் (Zn)	வளர்ச்சி ஹார்மோன்கள் உருவாதல் ; புரோட்டீன் தொகுப்பை ஊக்குவித்தல் ; விதை மற்றும் தானியங்கள் முதிர்ச்சியடைதல்
போரான் (B)	புரோட்டீன் தொகுப்பு ; நைட்ரஜன் மற்றும் கார்போ ஹைட்ரேட் வளர்சிதை மாற்றங்கள் ; வேர் அமைப்பு வளர்ச்சி ; பழம் மற்றும் விதை உருவாதல்
மாலிப்டினம் (Mo)	நைட்ரஜன் நிலைப்படுத்துதல் ; புரோட்டீன் தொகுப்பில்
Cl, இரும்பு போல்	பச்சையம் உருவதால், புரோட்டீன் தொர்குப்பு
CO, இரும்பு போல்	பச்சையம் உருவாதல், புரேர்ட்டீன் தொகுப்பு

நுண்ணூட்டச் சத்துக்களை கொண்டுள்ள பொருட்கள் (Materials containing micro nutrients)

அ. கனிம வடிவங்கள்

நுண்ணூட்டச்சத்துக்கள் கிடைப்பது இடத்திற்கிடம் வேறுபடுகிறது. மி சிறிதளவே இவை மண்ணிலும் பாறைகளிலும் கிடைப்பதனால் இவை எ வகைச் சேர்மங்களாகக் கிடைக்கின்றன என்று சரியாக அறியப்படவி அதிக அளவில் கிடைக்கக்கூடிய Fe, Mn ஆகியவற்றைத் தவிர ஏ நுண்ணூட்டச் சத்துக்களின் மூலப்பொருட்கள் சரியாக அறியப்படவில்லை Mn, Zn ஆகியவற்றினுடைய ஆக்சைடுகள் மற்றும் சல்பைடுகள் கிடைக்

அட்டவணை - 14
இயற்கையில் நுண்ணூட்டச் சத்துக்களின் சேர்மங்கள்

தனிமம்	இயற்கையில் காணப்படும் சேர்மங்கள்	பங்கு (ppm)
இரும்பு	ஆக்சைடுகள், சல்பைடுகள் மற்றும் சிலிகேட்டுகள்	25,0
மாங்கனீசு	ஆக்சைடுகள், சிலிகேட்டுகள் மற்றும் கார்பனேட்டுகள்	2,50
சிங்க்	சல்பைடுகள், ஆக்சைடுகள் மற்றும் சிலிகேட்டுகள்	10
போரான்	போரோசிலிக்கேட்டுகள் மற்றும் போராட்டுகள்	
மாலிப்டினம்	சல்பைடுகள், மாலிப்டேட்டுகள்	
குளோரின்	குளோரைடு	
கோபால்ட்	சிலிகேட்டுகள்	

குறிப்பு :
*ppm = ஒரு மில்லியனின் பங்குகள்

ஆ. கரிம வடிவங்கள் (Organic forms)

சில நுண்ணூட்டச் சத்துக்களுக்கு கரிமப் பொருள் ஒரு துணை அமைகிறது. பயிர் செய்யப்படாத மண்பரப்பில் இந்த நுண்ணூட்டச் அதிகம் விரவி இருப்பதைக் காணலாம். மண்ணில் இந்தத் த இருந்தாலும் கூட அவை உடனடியாகத் தாவரங்களுக்கு கிடைப்பதில் சிதையும்போதே தாவரங்கள் இவற்றை ஏற்கின்றன.