

படலம் 12 கனிமவுணவூட்டம்

12.1 தாவரங்களின் கனிமத்தேவைகளை அறியும் முறைகள்

12.2 அவசியமான கனிமத்தனிமங்கள்

12.3 தனிமங்களை உட்கவரும் இயங்குமுறை

12.4 கரைபொருள்களின் இடமாற்றல்

12.5 மண் அவசியத்தனிமங்களின் தேக்கம்

12.6 நைற்றசனின் வளர்சிதைமாற்றம்

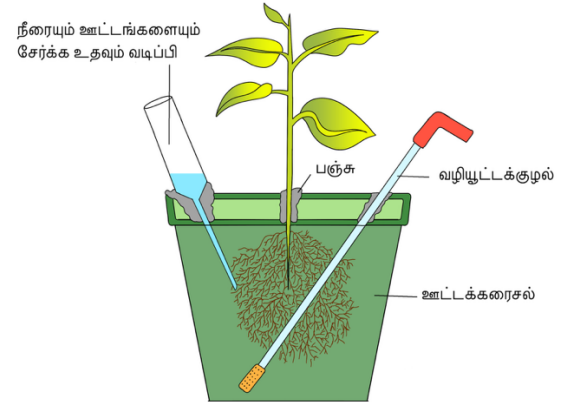
எல்லா வாழியிரிகளின் அடிப்படத்தேவைகளும் கிட்டத்தட்ட ஒரேவிதமானவை. சக்கரேட்டுகள், புரதங்கள், கொழுப்புகள் போன்ற பெருமூலக்கூறுகளும் நீரும் கனிமங்களும் அவற்றின் வளர்ச்சிக்கும் வளராக்கத்துக்கும் தேவைப்படுகின்றன.

இந்தப்படலத்தில் தாவரங்களின் கனிம ஊட்டத்தேவைகளில் நாம் கவனஞ்செலுத்துவோம். இதில் வளர்ச்சிக்கும் வளராக்கத்துக்கும் தேவையான தனிமங்களை அறியும் முறைகளையும் அவற்றின் அவசியத்தை நிலைநாட்டும் முடிவளவைகளையும் நீங்கள் படிப்பீர்கள். அவசியத்தனிமங்களின் பங்கு, அவற்றின் குறைபாடுகளால் ஏற்படும் முக்கிய அறிகுறிகள், அவற்றை உட்கவரும் இயங்குமுறைகள் ஆகியவற்றை இங்கு அறிவோம். இந்த படலம் உயிரியலில் நைற்றச இருப்பித்தலின் முக்கியத்துவத்தையும் இயங்குமுறையையும் சுருக்கமாக அறிமுகப்படுத்தப்படுகிறது.

12.1 தாவரங்களின் கனிமத்தேவைகளை அறியும் முறைகள்

இயூலியசு வான்சேக்கசு என்ற புகழ்வாய்ந்த ஒரு செருமனிய தாவரவியலர் மண் இல்லாமலே குறிப்பிட்ட ஊட்டக்கரைசலில் தாவரம் வளர்ந்து முதிர்லாம் என்று 1860இல் முதன்முதலாக செய்துகாட்டினார். அப்போதிருந்து, தாவரங்களுக்குத்தேவையான கனிம ஊட்டங்களை தீர்மானிக்க பல மேம்படுத்தப்பட்ட முறைகள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இந்த முறைகளின் சாரம் மண்ணில்லாத, குறிப்பிட்ட கனிமக்கரைசலில் தாவரங்களை வளர்ப்பதே. ஊட்டக்கரைசலில் தாவரங்களை வளர்க்கும் செய்நுட்பத்தை நீர்வேளாண்மை என்று அழைக்கிறோம். இந்த முறைகளுக்கு தாய்மையான நீரும் கனிமவூட்ட உப்புகளும் தேவை. இது ஏன் மிகவும் அவசியம் என்று நீங்கள் சிந்திக்கலாம்.

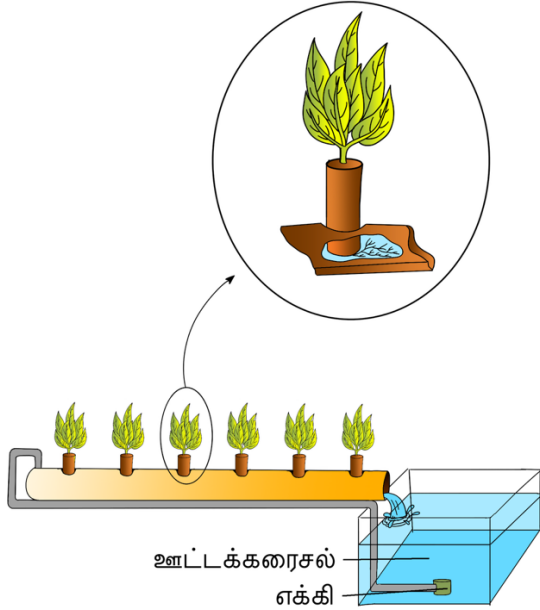
தாவர வளர்ச்சிக்கு பொருத்தமான கனிமக்கரைசலை பெற, ஒரு பரிசோதனைத்தொடரில் தாவரங்களின் வேர்களை ஊட்டக்கரைசலில் மூழ்க்கி அதில் குறிப்பிட்ட தனிமத்தை சேர்த்தும் நீக்கியும் செறிவை மாற்றியும் பரிசோதித்தனர். இந்த முறையால், அவசியத்தனிமங்கள் எவை என்றும் அவற்றின் குறைபாட்டால் ஏற்படும் அறிகுறிகள் யாவை என்றும் காணலாம். இவ்வாறு நீர்வேளாண்மை தக்காளி, விதையில்லா வெள்ளரி, சுருட்கோசு போன்ற காய்கறிகளை வணிகநோக்கில் உற்பத்திசெய்ய வெற்றிகரமாக பயன்படுகிறது. உகம வளர்ச்சியை பெற ஊட்டக்கரைசல்களை போதுமான அளவு வளியூட்டவேண்டும் என்பது வலியுறுத்தத்தக்கது. கரைசல்களில் போதுமான வளியூட்டம் இல்லாவிட்டால் என்னாகும்? நீர்வேளாண்மை என்ற செய்நுட்பத்தின் வரைபடக்காட்சிகளை படம் 12.1உம் படம் 12.2உம் தருகின்றன.



படம் 12.1 ஊட்டக்கரைசலில் வளர்ப்புக்கான வழக்கமான அமைப்பின் படவரைவு

12.2 அவசியமான கனிமத்தனிமங்கள்

மண்ணிலுள்ள பெரும்பான்மையான தனிமங்கள் வேர்களின் வழியாக தாவரங்களுக்குள் நுழைகின்றன. இதுவரை கண்டுபிடிக்கப்பட்ட 105 தனிமங்களில் அறுபதுக்கும் மேற்பட்டவை தாவரங்களில் காணப்படுகின்றன. சில தாவர இனங்கள் செலினியத்தையும் வேறு சில தங்கத்தையும் தம்முள் திரட்டுகின்றன. அணுச்சோதனை நிகழும் தளங்களுக்கு அருகில் வளரும் சில தாவரங்கள் கதிரியக்கமுள்ள துரோன்சியத்தை உள்ளெடுக்கின்றன. மிகக் குறைந்த (10-8 g/mL) செறிவிலுள்ள கனிமங்களையும் கண்டறியும் செய்துட்பங்கள் உள்ளன. கேள்வி என்னவென்றால், ஒரு தாவரத்தில் இருக்கும் பல்வேறு கனிமங்கள், சான்றாக மேல் குறிப்பிட்ட தங்கம், செலினியம் போன்றவை, தாவரங்களுக்கு அவசியமா? தாவரங்களுக்கு எது அவசியத்தேவை, எது தேவையில்லை என்பதை எவ்வாறு தீர்மானிப்பது?



படம் 12.2 நீர்வேளாண்மையால் தாவரவற்பத்தி.

தாவரங்கள் சாய்வில் வைக்கப்படும் ஒரு குழாயிலோ தொட்டியிலோ வளர்க்கப்படுகின்றன. ஒரு எக்கி ஊட்டக்கரைசலை தேக்கத்திலிருந்து குழாயின் உயர்ந்த முனைக்கு ஏற்றுகிறது. குழாயில் பாயும் கரைசல் புவியீர்ப்பால் நீர்த்தேக்கத்திற்கு திரும்புகிறது. தாவரத்தின் வேர்கள் தொடர்ந்து வளியூட்டிய ஊட்டக்கரைசலால் நீருட்டப்படுவதை செருகம் காட்டுகிறது. அம்புக்குறிகள் ஊட்டத்தின் திசையை குறிக்கின்றன.

12.2.1 அவசியத்தின் முடிவளவைகள்

ஒரு தனிமம் அவசியமாக தேவைப்படுவதை கீழ்க்காணும் முடிவளவைகளால் தீர்மானிக்கலாம்.

(அ) இயல்பான வளர்ச்சியையும் இனப் பெருக்கத்தையும் ஆதரிக்க தனிமம் முற்றிலும் அவசியமாகவேண்டும். அதாவது, தனிமம் இல்லாதபோது தாவரங்கள் தங்கள் வாழ்க்கைச்சுழற்சியை நிறைவு செய்யவோ விதையிடவோ இயலாது.

(ஆ) தனிமத்தின் தேவை குறிப்பிடாமலும் மற்றொரு தனிமத்தால் நிறைசெய்ய இயலாததாகவும் இருக்கவேண்டும். வேறுவிதமாகச் சொன்னால், அவசியமான தனிமம் குறைவதை வேறொரு தனிமத்தை வழங்குவதன்மூலம் ஈடுசெய்யவியலாது.

(இ) இந்த தனிமம் தாவரத்தின் வளர்சிதை மாற்றத்தில் நேரடியாக ஈடுபடவேண்டும்.

இந்த முடிவளவைகளின் அடிப்படையில் தாவர வளர்ச்சிக்கும் வளர்சிதைமாற்றத்துக்கும் முற்றிலும் அவசியமானதாக சில தனிமங்களை காண்கிறோம். அளவியத்தேவைகளின் அடிப்படையில் தனிமங்களை மேலும் இரண்டு பரந்த வகைகளாக பிரிக்கிறோம்.

(i) பருமலூட்டங்கள்

(ii) நுண்ணூட்டங்கள்

பருமலூட்டங்கள் பொதுவாக தாவரத்திசுக்களில் பெரிய அளவில் (உலர்ந்த பொருளில் 10 mmole Kg^{-1} க்கு மேலாக) உள்ளன. கரிமம், ஐதரசன், ஆக்குசிசன், நைற்றசன், பாசுபரசு, கந்தகம், பொட்டாசியம் ஆகியவை பருமலூட்டங்களில் அடங்குகின்றன. இவற்றுள் கரிமம், ஆக்குசிசன், ஐதரசன் ஆகியவை முதன்மையாக CO_2 இலிருந்தும் H_2O இலிருந்தும் கிடைக்கின்றன; மற்றவை மண்ணிலிருந்து கனிமலூட்டங்களாக உட்கவரப்படுகின்றன.

சிற்றளவுத்தனிமங்கள் எனப்படும் **நுண்ணூட்டங்கள்** மிகச்சிறிய அளவில் (உலர்ந்த பொருளில் 10 mmole Kg^{-1} க்கு குறைவாக) தேவைப்படுகின்றன. இரும்பு, மாங்கனீசு, தாமிரம், மாலிபிடினம், துத்தநாகம், போரான், குளோரின், நிக்கல் ஆகியவை இதில் அடங்குகின்றன.

மேல் குறிப்பிட்ட 17 அவசியத்தனிமங்களைத் தவிர, சோடியம், சிலிக்கான், கோபாற்று, செலினியம் போன்ற சில பயனுள்ள தனிமங்களும் உயர்தாவரங்களுக்கு தேவைப்படுகின்றன.

அவசியத்தனிமங்களை அவற்றின் பன்மயச் செயல்களின் அடிப்படையில் நான்கு பரந்த தொகுதிகளாகவும் வகைப்படுத்தலாம்.

(அ) அணுக்களின் கட்டமைப்புத்தனிமங்களாக பெருமூலக்கூறுகளில் இடம்பெறும் அவசியத்தனிமங்கள். இவற்றுக்கு கரிமம், ஐதரசன், ஆக்குசிசன், நைற்றசன் ஆகியவை சான்றுகள்.

(ஆ) தாவரங்களில் ஆற்றலுடன் தொடர்பான சேர்மங்களில் இடம்பெறும் அவசியத்தனிமங்கள். இவற்றுக்கு மெகுனீசியமும் அடினசின்முப் பாசுபேட்டிலுள்ள (அமுபாவினுள்ள) பாசுபரசும் சான்றுகள்.

(இ) ஊக்கிப்புரதங்களை செயலாட்டுவதோ மறிப்பதோவான அவசியத்தனிமங்கள். சான்றாக Mg^{2+} இரிபாக்கரிமாக்குசிகலூக்கியாக்கு சிசனேற்றலூக்கிக்கும் (இரிகசலூக்கி) பாசுபயீனாற்பைருவேட்டுக்கரிமாக்குசிகநீக்கலூக்கிக்கும் செயலாட்டுகிறது. இவை இரண்டும் பாசுபரத்தொகுத்தாக்கத்தால் கரிமயிருப்பித்தலுக்கு அதிக முக்கியமானவை. மற்ற சான்றுகள் ஆல்ககாலின் ஐதரசநீக்கலூக்கியை செயலாட்டும் Zn^{2+} , நைற்றச வளர்சிதைமாற்றத்தில் நைற்றசலூக்கியை செயலாட்டும் Mo ஆகியவை. இந்த வகையில் இன்னும் சில தனிமங்களை குறிப்பிட இயலுமா? இதற்கு, நீங்கள் முன்பு படித்த சில உயிர்வேதியிய வழிப்பாதைகளை நினைவுகூரவேண்டும்.

(ஈ) சில அவசியத்தனிமங்கள் உயிரணுவின் சவ்வூடியன்மத்தை மாற்றக்கூடியவை. பொட்டாசியம் இலைத்துளையை திறப்பதிலும் மூடுவதிலும் முக்கியப்பங்கை வகிக்கிறது. ஒரு உயிரணுவின் நீரியன்மத்தை கீர்மானிப்பதில் கனிமங்களின் பங்கு உங்களுக்கு நினைவிருக்கலாம்.

12.2.2 பருமலூட்டங்களும் நுண்ணூட்டங்களும் ஆற்றும் பங்கு

அவசியத்தனிமங்கள் பல செயல்களை செய்கின்றன. இவை தாவரவுயிரணுக்களில் அணுச்சவ்வின் புகவிடுமை, அணுச்சாற்றின் சவ்வூடு செறிவை தகவைத்தல், எதிர்மின்னிகடத்தலமைப்புகள், தாங்கச்செயல், ஊக்கிப்புரதச்செயன்மம் போன்ற பல்வேறு வளர்சிதைமாற்ற நிகழ்முறைகளில் பங்கேற்கின்றன. இவை பெருமூலக்கூறுகளிலும் உடனூக்கிப்புரதங்களிலும் பெரும் உள்ளடங்குகள்.

பல அவசிய ஊட்டத்தனிமங்களின் பல்வேறு செயல்களை கீழ் தருகிறோம்:

நைற்றசன்: இது தாவரங்களுக்கு அதிக அளவில் தேவைப்படும் அவசிய ஊட்டத்தனிமம். இது முதன்மையாக NO_3^- மூலம் கிடைக்கிறது; சிறிதளவு NO_2^- , NH_4^+ ஆகவும் கிடைக்கிறது. நைற்றசன் தாவரங்களின் எல்லாப்பகுதிகளிலும் தேவைப்படுகிறது. குறிப்பாக, ஆக்கத்திசுக்களிலும் வளர்சிதைமாற்றத்தில் செயலாற்றும் அணுக்களிலும் தேவைப்படுகிறது. நைற்றசன் புரதங்கள், உட்கருவமிலங்கள், வைட்டமின்கள்

அகச்சுரப்புகள் ஆகியவற்றில் அதிகளவான தனிமங்களுள் ஒன்று.

பாசுபரசு: பாசுபரசை பாசுபேட்டயனிகளின் ($H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}) வடிவத்தில் மண்ணிலிருந்து தாவரங்கள் உட்கவர்கின்றன. பாசுபரசு அணுச்சவ்வுகள், சில புரதங்கள், உட்கருவமிலங்கள், உட்கருவைடுகள் ஆகியவற்றில் இடம்பெறுகிறது. எல்லா பாசுபேட்டேற்ற வினைகளுக்கும் இது தேவைப்படுகிறது.

பொட்டாசியம்: தாவரங்கள் இதை பொட்டாசியமயனியாக (K^+) உட்கவர்கின்றன. இது ஆக்கத்திசுக்கள், இலைகள், மொட்டுக்கள், வேர்நுனிகள் ஆகியவற்றில் அதிகளவில் தேவைப்படுகிறது. பொட்டாசியம் உயிரணுக்களில் எதிரயனிக்கும் நேரயனிக்குமான சமநிலையை தகவைக்க உதவுகிறது. புரதத்தொகுத்தாக்கம், இலைத்துளையை திறப்பதும் மூடுவதும், ஊக்கிப்புரதங்களை செயலாட்டல், அணுக்களின் வீப்புமையை தகவைப்பது ஆகியவற்றில் முக்கியப்பங்கை வகிக்கிறது.

கால்சியம்: கால்சியத்தை கால்சியவயனிகளின் (Ca^{2+}) வடிவத்தில் மண்ணிலிருந்து தாவரங்கள் உட்கவர்கின்றன. ஆக்கத்திசுக்கும் வேறுபடுத்தத்திசுக்களுக்கும் கால்சியம் தேவைப்படுகிறது. அணுப்பிரிதலின்போது அணுச்சவரின் தொகுத்தாக்கத்தில் பயன்படுகிறது; குறிப்பாக நடுமென்றட்டில் கால்சிப்பெந்தேட்டாக பயன்படுகிறது. முழுப்பிரிதலில் கதிராணி உருவாகும்போது தேவைப்படுகிறது. இது பழைய இலைகளில் திரள்கிறது. அணுச்சவ்வுகளின் இயல்பான செயல்களில் ஈடுபடுகிறது. சில ஊக்கிப்புரதங்களை செயலாட்டுகிறது. வளர்சிதைமாற்றச்செயல்களை ஒழுங்குறுத்துவதில் முக்கியப்பங்கை வகிக்கிறது.

மெகுனீசியம்: இதை தாவரங்கள் இருபிணைவு Mg^{2+} ஆக உட்கவர்கின்றன. இது மூச்சுக்கும் ஒளிச்சேர்க்கைக்குமான ஊக்கிப்புரதங்களை செயலாட்டுகின்றது. அனடி, அனரி ஆகியவற்றின் தொகுத்தாக்கத்தில் ஈடுபடுகிறது. மெகுனீசியம் பச்சையத்தின் வளையக்கட்டமைப்பில் இடம்பெறுகிறது. புரதமாக்கியின் கட்டமைப்பை தகவைக்க உதவுகிறது.

கந்தகம்: தாவரங்கள் கந்தகத்தை SO_4^{2-} வடிவில் பெறுகின்றன. கந்தகம் பையனின், மீத்தயனின் ஆகிய இரண்டு அமினோவமிலங்களில் உள்ளது. பல உடனூக்கிப்புரதங்களிலும் (தயமின், பயோட்டின், ஏவுடனூக்கி போன்ற) வைட்டமின்களிலும் இரும்பாக்குசிப்புரதங்களிலும் இடம்பெற்று முக்கியப்பங்கை வகிக்கிறது..

இரும்பு: தாவரங்கள் இரும்பை இரும்பிக அயனியாக (Fe^{3+}) பெறுகின்றன. இது மற்ற நுண்ணூட்டங்களின் ஒப்பீட்டில் அதிக அளவில் தேவைப்படுகிறது. எதிர்மின்னிமாற்றலில் ஈடுபடும் இரும்பாக்குசிப்புரதம், அணுநிறமி

கள் போன்ற புரதங்களில் முக்கிய உள்ளடங்கி. எதிர்மின்னிமாற்றலின்போது Fe^{2+} இலிருந்து Fe^{3+} க்கு மீடிரும்பத்தகு ஆக்குசேற்றத்துக்கு உள்ளாகிறது. அதியாக்குசைடுச்சிதைப்பூக்கியை செயலூட்டுகிறது; பச்சையம் உருவாக அவசியமானது.

மாங்கனீசு: இது மாங்கனீசு அயனிகளாக (Mn^{2+}) உட்கவரப்படுகிறது. ஒளிச்சேர்க்கை, மூச்சு, நைற்றச வளர்சிதைமாற்றங்கள் ஆகியவற்றில் ஈடுபடும் பல ஊக்கிப்புரதங்களை செயலூட்டுகிறது. ஒளிச்சேர்க்கையின்போது நீரை பிரித்து ஆக்குசைனை விடுவிப்பதில் மாங்கனீசுக்கு சிறந்த திட்டவட்டமான செயல் உள்ளது.

துத்தநாகம்: தாவரங்கள் துத்தநாகத்தை Zn^{2+} அயனிகளாக பெறுகின்றன. இது பல்வேறு ஊக்கிப்புரதங்களை, குறிப்பாக கரிமமிலீக்க லூக்கிகளை, செயலூட்டுகிறது. வளரொழுங் காற்றியின் தொகுத்தாக்கத்திலும் இது தேவைப்படுகிறது.

செம்பு: தாவரங்கள் இதை செம்பிக அயனிகளாக (Cu^{2+}) உட்கவர்கின்றன. தாவரங்களின் ஒட்டுமொத்த வளர்சிதைமாற்றத்துக்கு இது அவசியம். இரும்பைப்போலவே, தாவரங்களில் ஆக்குசேற்றவிறக்க வேதிவினைகளில் ஈடுபடும் ஊக்கிப்புரதங்களுடன் இது தொடர்புடையது. Cu^{+} இலிருந்து Cu^{2+} க்கு மீடிரும்பத்தகு ஆக்குசேற்றமடைகிறது.

போரான் : இது BO_3^{3-} ஆகவோ $B_4O_7^{2-}$ ஆகவோ உட்கவரப்படுகின்றது. Ca^{2+} ஐ உள்ளெடுக்கவும் பயன்படுத்தவும் சவ்வு செயலாற்றுதல், பூந்தாள் முளைவிடுதல், அணுநீட்சி, அணுவேறுபடல், கரிமநீரேட்டின் இடமாற்றல் ஆகியவற்றிலும் தேவைப்படுகிறது.

மாலிபிடீனம்: தாவரங்கள் இதை மாலிபிடேட்டயனிகளின் (MoO_4^{2-}) வடிவில் பெறுகின்றன. இது நைற்றசலூக்கி, நைற்றேட்டி றக்கலூக்கி உள்ளிட்ட பல ஊக்கிப்புரதங்களில் உள்ளது. இவை இரண்டும் நைற்றசனின் வளர்சிதைமாற்றத்தில் பங்கேற்கின்றன.

குளோரின்: இது குளோரையனியின் (Cl^{-}) வடிவத்தில் உட்கவரப்படுகிறது. இது Na^{+} உடனும் K^{+} உடனும் சேர்ந்து உயிரணுக்களில் கரைப்பானின் செறிவையும் எதிரயனிக்கும் நேரயனிக்குமான சமநிலையையும் தீர்மானிக்க உதவுகிறது. ஒளிச்சேர்க்கையின்போது நீரை பிரித்து ஆக்குசைனை விடுவிப்பதில் இது அவசியமாகிறது.

12.2.3 அவசியத்தனிமங்களின் குறைபாட்டிற்குறிகள்

ஒரு அவசியத்தனிமத்தின் வழங்கல் மட்டுப்படும்போது தாவர வளர்ச்சி வேகங்குறைகிறது. ஒரு அவசியத்தனிமத்தின் செறிவு எந்த

அளவுக்கு குறையும்போது தாவரவளர்ச்சி வேகங்குறையத்தொடங்குகிறதோ அதை அந்த தனிமத்தின் உய்ச்செறிவு என்கிறோம். தனிமத்தின் செறிவு இதைவிட குறையும்போது அதன் குறைபாடு இருப்பதாக சொல்கிறோம்.

ஒவ்வொரு தனிமமும் தாவரங்களில் ஒன்றோ மேற்பட்டதோவான குறிப்பிட்ட கட்டமைப்புப்பங்கையோ செயற்பங்கையோ வகிப்பதால், குறிப்பிட்ட தனிமம் இல்லாத நிலையில் தாவரங்கள் சில உருவமாற்றங்களை காட்டுகின்றன. இந்த உருவமாற்றங்கள் சில தனிமக்குறைபாடுகளின் காட்டிகளாகின்றன. இந்த குறைபாடுகளை அறிகுறிகள் என்கிறோம். குறைபாட்டின் அறிகுறிகள் ஒவ்வொரு தனிமத்துக்கும் வேறுபடுகின்றன. குறைபாடுள்ள தனிமத்தை ஊட்டமாக தாவரத்துக்கு வழங்கும் போது அறிகுறிகள் மறைகின்றன. இருப்பினும், குறைபாடு தொடர்ந்தால், அது இறுதியில் தாவரத்தின் மரணத்திற்கு வழிவகுக்கும்.

தனிமக்குறைபாட்டின் அறிகுறிகள் தாவரத்தின் எந்தப்பகுதிகளில் தோன்றுகின்றன என்பது தாவரத்தில் தனிமத்தின் நகர்வுமையை சார்ந்திருக்கிறது. தாவரத்தில் முனைவுடன் அசைவற்று வளரும் இளந்திசுக்களை சென்றடையும் தனிமங்களுக்கு குறைபாட்டிற்குறிகள் முதலில் பழைய திசுக்களில் தோன்றும் போக்கு இருக்கிறது. சான்றாக, நைற்றசன், பொட்டாசியம், மெகனீசியம் ஆகியவற்றின் குறைபாட்டிற்குறிகள் முதலில் மூப்படைந்த இலைகளில் தோன்றுகின்றன. பழைய இலைகளில் இந்த தனிமங்களுள்ள உயிரியமூலக்கூறுகள் சிதைவதால் அந்த தனிமங்கள் இளம் இலைகளுக்கு நகர்த்தக்கிடைக்கின்றன.

ஒப்பளவில் அசையாத தனிமங்கள் முதிர்ந்த உறுப்புகளிலிருந்து கடத்தப்படாதபோது குறைபாட்டிற்குறிகள் இளந்திசுக்களில் தோன்றும் போக்கு உள்ளது. சான்றாக, கந்தகத்தையும் கால்சியத்தையும்போன்ற தனிமங்கள் அணுக்கட்டமைப்பின் பகுதியாவதால் அவை எளிதில் விடுபடுவதில்லை. தாவரக்கனிமலூட்டித்தின் இந்த பண்பு வேளாண்மையிலும் தோட்டக்கலையிலும் அதிமுக்கியமானதும் பொருளுடையதும்.

தாவரங்களில் காணப்படும் குறைபாட்டிற்குறிகளுள் பச்சையச்சோகை, தசையிறப்பு, தாவர வளர்ச்சிமுடங்கல், இலைகளும் மொட்டுகளும் முதிருமுன் விழுதல், அணுப்பிரிதலின் மறிப்பு ஆகியவை அடங்குகின்றன. பச்சையச்சோகை என்பது பச்சையத்தை இழப்பதால் இலைகள் மஞ்சளாவது. இந்த அறிகுறி $N, K, Mg, S, Ge, Mn, Zn, Mo$ ஆகியவற்றின் குறைபாட்டால் விளைகிறது. தசையிறப்பு, குறிப்பாக இலைத்திசுக்களில், Ca, Mg, Cu, K ஆகியவற்றின் குறைபாட்டால் விளைகிறது. அணுப்பிரிதலின் மறிப்பு N, K, S ஆகியவை இல்லாததாலோ குறைவ

தாலோ ஏற்படுகிறது. *N,S,Mo* போன்ற சில தனிமங்களின் செறிவு தாவரங்களில் குறையும் போது பூத்தல் தாமதமாகிறது..

எந்தவொரு தனிமத்தின் குறைபாடும் பல அறிகுறிகளை ஏற்படுத்தலாம் என்பதையும் ஒரே அறிகுறி பல தனிமங்களுள் ஒன்றின் குறைபாட்டால் ஏற்படக்கூடும் என்பதையும் மேலுள்ளவற்றிலிருந்து நீங்கள் காணலாம். எனவே, குறைபாடுள்ள தனிமங்களை அடையாளங்காண தாவரத்தின் எல்லாப்பகுதிகளிலும் ஏற்படும் எல்லா அறிகுறிகளையும் ஆய்விட்டு அவற்றை ஏற்கெனவே செந்தராக தயாரித்த அட்டவணைகளுடன் ஒப்பிடவேண்டும். ஒரே தனிமத்தின் குறைபாட்டுக்கு வெவ்வேறு தாவரங்கள் வெவ்வேறான மறுவினையளிக்கின்றன என்பதையும் நாம் உணரவேண்டும்.

12.2.4 நுண்ணூட்டங்களின் நச்சுமை

நுண்ணூட்டங்களின் தேவை எப்போதும் சிறிது. ஆனால் அவை சிறிதளவு குறைவது குறைபாட்டறிகுறிகளையும் சிறிதளவு அதிகரிப்பது நச்சுமையையும் உண்டாக்குகின்றன. வேறுவிதமாகச் சொன்னால், தனிமங்களின் செறிவு ஒரு குறுகிய வீச்சிலே உகமமானது. திசுக்களின் உலரெடையை சுமார் 10 நூற்று வீதத்துக்கு குறைக்கும் எந்த கனிமவயனிச் செறிவையும் நச்சுமையாக கருதுகிறோம். இந்த உய்ச்செறிவு வெவ்வேறு நுண்ணூட்டங்களிடையில் வெகுவாக மாறுபடுகிறது. நச்சுமையறிகுறிகளை இனங்காண்பது கடினம். எந்தத் தனிமத்துக்கும் நச்சுமைமட்டமும் வெவ்வேறு தாவரங்களிடையில் வெகுவாக மாறுபடுகிறது. பலநேரங்களில் ஒரு தனிமம் மிகையாவது மற்றொரு தனிமத்தின் உள்ளெடுப்பை மறிக்கிறது. சான்றாக, மாங்கனீசுநச்சுமையின் முன்னிற்கும் அறிகுறி பச்சையச்சோகையுள்ள நரம்புகள் சூழ்ந்த பழுப்புநிறப்புள்ளிகள். மாங்கனீசு இரும்புடனும் மெகனீசியத்துடனும் மேலெடுப்புக்காகவும் மெகனீசியத்துடன் ஊக்கிப்புரதப்பிணைப்புக்காகவும் போட்டியிடுகிறது. மாங்கனீசு தளிர்ச்சியில் கால்சியத்தின் இடமாற்றலை மறிக்கிறது. எனவே, மாங்கனீசின் மிகை உண்மையில் இரும்பு, மெகனீசியம், கால்சியம் ஆகியவற்றின் குறைபாடுகளால் ஏற்படலாம். இவ்வாறு, மாங்கனீசின் நச்சுமையறிகுறிகள் உண்மையில் இரும்பு, மெகனீசியம், கால்சியம் ஆகியவற்றின் குறைபாடுகளை காட்டலாம். இந்த தகவல் வேளாண்மையருக்கோ, தோட்டக்காரருக்கோ, முக்கியமானதா? உங்கள் சமையலறைத்தோட்டத்துக்கும் முக்கியமானதா?

12.3 தனிமங்களை உட்கவரும் இயங்குமுறை

தாவரங்கள் தனிமங்களை உட்கவரவதன் இயங்குமுறையைப்பற்றிய பல ஆய்ந்தறிதல்கள் தனிமையாக்கிய அணுக்களிலோ திசுக்களிலோ உறுப்புகளிலோ மேற்கொள்ளப்பட்டன. உட்கவரவின் நிகழ்முறையை இரண்டு முதன்மைக் கட்டங்களாக பிரிக்கலாம் என்று இந்த ஆய்ந்தறிதல்கள் காட்டுகின்றன. முதற்கட்டத்தில் அயனிகள் உயிரணுக்களின் வெளியணுவம் எனப்படும் வெற்றிடங்களுக்கு விரைவாக முனைப்பற்ற வகையில் மேலெடுக்கப்படுகின்றன. இரண்டாகக்கட்டத்தில் அயனிகள் உள்ளணுவம் எனப்படும் அணுக்களின் உள்ளிடத்துக்கு மெதுவாக மேலெடுக்கப்படுகின்றன. அயனிகள் வெளியணுவத்துக்கு செல்வது தெரிவத்துளைகளாக செயலாற்றும் அயனிக்கால்வாய்கள் எனப்படும் சவ்வுடு புரதங்களின் வழியாக நிகழ்வது வழக்கம். இதன் மறுபக்கமாக, அயனிகள் உள்ளணுவத்தில் நுழைவதற்கும் அதிலிருந்து வெளியேறுவதற்கும் வளர்சிதைமாற்ற ஆற்றல் செலவாகிறது. இது ஒரு முனைப்பறிகழ்முறை. அயனிகளின் அசைவை பாயம் என்று அழைப்பது வழக்கம். அணுவுக்குள் செல்வதை உட்பாயம் என்றும் வெளிச்செல்வதை வெளிப்பாயம் என்றும் சொல்கிறோம். தாவரங்களில் கனிமவூட்டங்களின் மேலெடுப்பையும் இடமாற்றலையும் பற்றி படலம் 11இல் படித்திருக்கிறீர்கள்.

12.4 கரைபொருள்களின் இடமாற்றல்

கனிமவப்புகள் ஆவிப்போக்கின் இழுப்பால் தாவரத்தின் கட்டத்திசுவினவழி மேலிழுக்கப்படும் நீரோடையுடன் இடமாற்றலடைகின்றன. கட்டைச்சாற்றை பகுப்பாயும்போது அதில் கனிமவப்புகள் இருப்பதை காண்கிறோம். கனிமத்தனிமங்களின் கதிரியக்கச்சமவிடத்தான்களின் பயன்பாடும் கட்டைத்திசுவினவழி அவை கடத்தப்படுவதை உறுதிப்படுத்துகிறது. படலம் 11இல் கட்டைத்திசுவில் நீரின் அசைவைப்பற்றி படித்திருக்கீர்கள்.

12.5 மண் அவசியத்தனிமங்களின் தேக்கம்

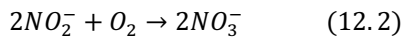
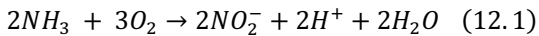
தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்கும் வளராக்கத்துக்கும் தேவையான பொரும்பாலான ஊட்டங்கள் பாறைகள் தேய்வதாலும் உடைவதாலும் வேர்களுக்கு கிடைக்கின்றன. இந்த நிகழ்முறைகள் கரைந்த அயனிகளாலும் அலார்கனிக உப்புகளாலும் மண்ணை வளமுட்டுகின்றன. இவை பாறைக்கனிமங்களிலிருந்து வருவதால் தாவரவூட்டத்தில் அவற்றின் பங்கை கனிம

ஆட்டம் என்கிறோம். மண்ணில் பலவிதமான பொருள்கள் உள்ளன. மண் கனிமங்களை வழங்குவது மட்டுமல்லாமல், அதில் நைற்றசனை இருப்பிக்கும் பாட்டிரியங்களும் மற்ற நுண்ணுயிரிகளும் நீரும் உள்ளன. மண் வேர்களுக்கு வளியையும் வழங்குகிறது; தாவரத்தை நிலைப்பாக்கும் பின்னணியாகவும் செயலாற்றுகிறது. அவசியக்கனிமங்களின் குறைபாடு பயிர்விளைச்சலை பாதிப்பதால், உரங்களின்மூலம் அவற்றை வழங்கவேண்டிய தேவை ஏற்படுகிறது. பருமலூட்டங்களும் (N, P, K, S, முதலியன) நுண்ணூட்டங்களும் (Cu, Zn, Fe, Mn, முதலியன) உரங்களின் கூறுகளாக தேவைக்கேற்ப பயன்படுகின்றன.

12.6 நைற்றசனின் வளர்சிதைமாற்றம்

12.6.1 நைற்றசச்சுழற்சி

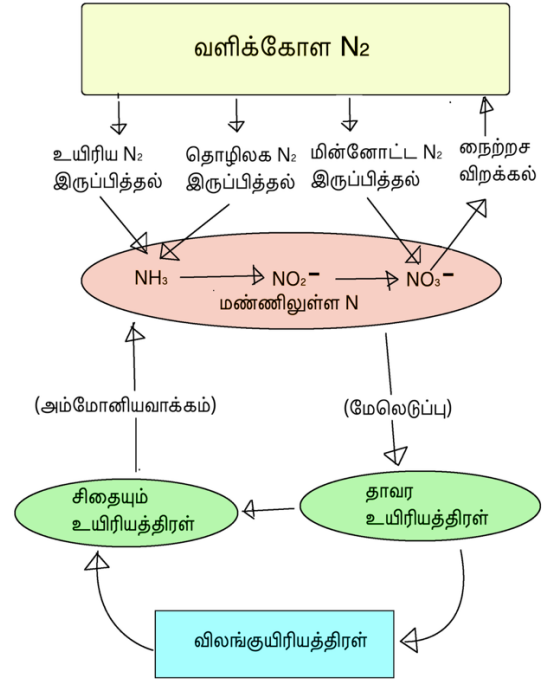
கரிமம், ஐதரசன், ஆக்குசின் ஆகியவற்றுடன் நைற்றசனும் உயிரினங்களில் மிகவும் அதிகமான தனிமம். நைற்றசன் அமினோ அமிலங்கள், புரதங்கள், அகச்சுரப்புகள், பச்சையங்கள் ஆகியவற்றிலும் பல வைட்டமின்களிலும் இடம் பெறுகிறது. மண்ணில் கிடைக்கும் அளவுள்ள நைற்றசனுக்காக தாவரங்கள் நுண்ணுயிரிகளுடன் போட்டியிடுகின்றன எனவே, நைற்றசன் இயற்கைவாழ்குழமைப்பிலும் வேளாண்வாழ்குழமைப்பிலும் வரம்பூட்டும் ஊட்டச்சத்து. நைற்றசன் மிகவும் வலுவான மும்ம உடன் பிணைப்பால் பிணைந்த இரண்டு நைற்றசன் அணுக்களாக ($N \equiv N$). உள்ளது. நைற்றசன் (N_2) அம்மோனியாவாக மாறும் நிகழ்முறையை நைற்றசவிரூப்பித்தல் என்று அழைக்கிறோம். இயற்கையில், மின்னலும் புறலூதாக்கதிர்வீச்சும் நைற்றசனை நைற்றசாக்குசைடுகளாக (NO , NO_2 , N_2O) மாற்ற போதுமான ஆற்றலை வழங்குகின்றன. தொழிலக எரித்தல்கள், காட்டுத்தீ, தானுந்துகளின் வெளிப்போக்குகள், மின்னுற்பத்திநிலையங்கள் ஆகியவையும் வளிக்கோள நைற்றசாக்குசைடுகளின் மூலங்கள். இறந்த தாவரவிலங்குகளின் ஆர்கனிய நைற்றசனை அம்மோனியாவாக சிதைப்பதை அம்மோனிய வாக்கம் என்கிறோம். இந்த அம்மோனியாவின் ஒரு பகுதி ஆவியாகி வளிக்கோளத்தில் மீண்டும் நுழைகின்றது. ஆனால் பெரும்பகுதியை மண்ணிலுள்ள பாட்டிரியங்கள் கீழ்க்கண்டவாறு நைற்றேட்டுகளாக மாற்றுகின்றன.



நைற்றசோவலகியம், நைற்றோமணியம் ஆகிய பாட்டிரியங்கள் அம்மோனியாவை முதலில் நைற்றைற்றாக ஆக்குசேற்றுக்கின்றன. நைற்றோப்பாட்டர் என்ற பாட்டிரியத்தின்

உதவியால் நைற்றைற்று நைற்றேட்டாக மேலும் ஆக்குசேற்றமடைகின்றது. இந்த படிகளை நைற்றவாக்கம் என்கிறோம் (படம் 12.3). இந்த பாட்டிரியங்கள் **வேதித்தானூட்டிகள்**.

இவ்வாறு உருவாகும் நைற்றேட்டுகளை தாவரங்கள் உட்கவரந்து இலைகளுக்கு கடத்துகின்றன. இலைகளில், இது அம்மோனியாவை உருவாக்குகிறது; இறுதியாக அமினோ அமிலங்களின் அமின்றொகுதியை உருவாக்குகிறது. மண்ணிலுள்ள நைற்றேட்டை நைற்ற விறக்கல் என்ற நிகழ்முறை நைற்றசனுக்கு ஆக்குசிறக்குகிறது. இந்த நைற்றவிறக்கலை போலியலகியம், கந்தக்குச்சியம் ஆகிய பாட்டிரியங்கள் செயற்படுத்துகின்றன.

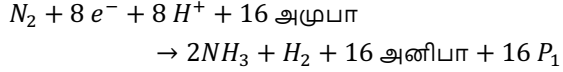


படம் 12.3 நைற்றசச்சுழற்சி. வளிக்கோளம், மண், உயிரியத்திரள் ஆகிய மூன்று நைற்றசக்குட்டைகளுக்கிடையான உறவை காட்டுகிறது.

12.6.2 உயிரிய நைற்றச இருப்பித்தல்

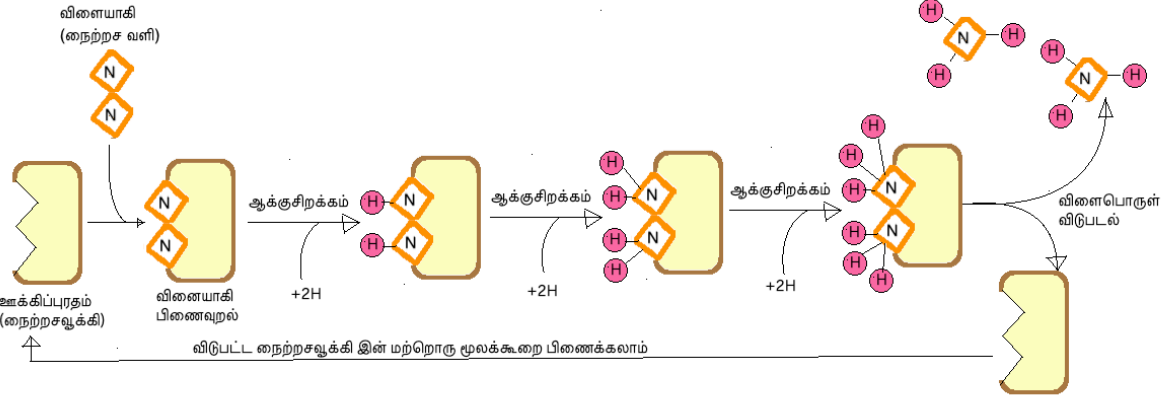
காற்றில் ஏராளமாக N_2 வடிவில் கிடைக்கின்ற நைற்றசனை மிகச்சில உயிரினங்களே பயன்படுத்தவியலும். சில குறிப்பிட்ட முன்னுட்கருவ இனங்கள் மட்டுமே நைற்றசனை இருப்பிக்கவல்லவை.

உயிரினங்கள் நைற்றசனை அம்மோனியாவாக ஆக்குசிறக்குவதை உயிரிய நைற்றசவிரூப்பித்தல் என்று அழைக்கிறோம். நைற்றசனை ஆக்குசிறக்கும் நைற்றசலுக்கி என்ற ஊக்கிப்புரதம் உட்கருவிலிகளில் மட்டுமே உள்ளது.



இங்கு, அமுபா அடினசின்மும்பாசுபேட்டையும் அனிபா அடினசினிருபாசுபேட்டையும் குறிக்கின்றன.

நைற்றசலுக்கி என்ற ஊக்கிப்புரதம் ஆக்குசிசமூலக்கூறுக்கு அதிக சுரணையானது. அதற்கு வளியற்ற நிலவரங்கள் தேவை. சிறுகணுக்களில் இந்த ஊக்கிப்புரதத்தை ஆக்குசிசனிலிருந்து பாதுகாக்கும் தகவமைவுகள் உள்ளன. சிறுகணுவில் பருப்பீமோகுளோபின் என்ற ஆக்குசிசக்கவரவி இருக்கிறது. இங்கு

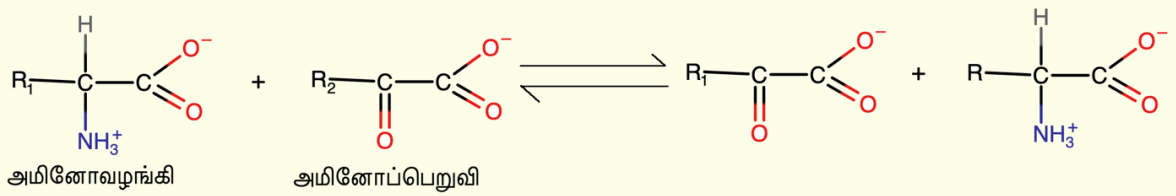


படம் 12.5 நைற்றயிருப்பிக்கும் பாட்டிரியங்களிலுள்ள நைற்றசலுக்கியின் ஊக்கிப்புரதக்கூட்டும் வளிக்கோள நைற்றசனை அம்மோனியாவாக மாற்றுவதிலுள்ள படிகள்.

அம்மோனியாவுக்கு என்ன ஆகிறது?

உடலியங்கிய அசுவில் அம்மோனியா நேர்மின்னியேற்றமடைந்து NH_4^+ என்ற வாய்ப்பாடுள்ள அம்மோனியவயனியாகிறது. பெரும்பான்மையான தாவரங்கள் நைற்றேட்டயனியையும் அம்மோனியவயனியையும் தன்வயமாக்க வியலும் எனினும், பிந்தையது தாவரங்களுக்கு அதிக நச்சுமையானதால் திரளவியலாது. இப்போது NH_4^+ தாவரங்களில் அமினோவமிலத்தை தொகுத்தாக்க எவ்வாறு பயன்படுகிறது என்று பார்ப்போம். இது நடைபெற இரண்டு முக்கிய வழிகள் உள்ளன:

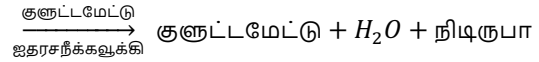
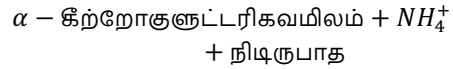
(அ) **ஆக்குசிறக்க அமினாக்கல்:** இந்த நிகழ்முறைகளில், அம்மோனியா α -கீற்றோ குளுட்டரிகவமிலத்துடன் வினைபுரிவதால்



தாவரங்களில் காணப்படும் இரண்டு மிக முக்கியமான அமைடுகளான அசுப்பரசினும் குளுட்டமினும் புரதங்களின் கட்டமைப்பில்

ஆர்வமானது என்னவென்றால், இந்த நுண்ணுயிரிகள் தனியாக வாழும் நிலவரங்களில் (இங்கு நைற்றசலுக்கி செயலாற்றவில்லை) வளிவாழ்வன; ஆனால் நைற்றசயிருப்பிக்கும் நிகழ்வுகளில் (நைற்றசலுக்கியை பாதுகாக்க) அவை வளியற்றவையாகின்றன. மேற்கண்ட வேதி வினையில் அம்மோனியாவை தொகுத்தாக்க மிக அதிகளவான ஆற்றலை (ஒரு NH_3 உருவாக 8 அமுபாவை) உள்ளிடவேண்டியதிருப்பதை நீங்கள் கவனித்திருக்கலாம். இந்த ஆற்றல் ஓம்புநரின் அணுக்கள் மூச்சுவிடுவதிலிருந்து கிடைக்கிறது.

கீழுள்ள சமன்பாட்டின்படி குளுட்டமிகவமிலம் உருவாகிறது.



(ஆ) **அமினமாற்றம்:** இது அமினோத் தொகுதியை ஒரு அமினோவமிலத்திலிருந்து கீற்றோவமிலத்தின் கீற்றோத்தொகுதிக்கு மாற்றுகிறது. அமினோத்தொகுதியான NH_2 முதன்மையாக குளுட்டமிகவமிலத்திலிருந்து மாறுகிறது; மற்ற அமினோவமிலங்கள் அமின மாற்றத்தால் உருவாகின்றன. அமினமாற்ற லாக்கி என்ற ஊக்கிப்புரதம் இவ்வாறான வேதிவினைகளை வினையூக்குகிறது. சான்றாக

இடம்பெறுகின்றன. அவை முறையே அசுப்பரிகவமிலத்திலிருந்தும் குளுட்டமிகவமிலத்திலிருந்தும் ஒவ்வொன்றுடனும் மற்றொரு அமினோத்

தொகுதியை சேர்ப்பதால் உருவாகின்றன. அமிலத்தின் ஐதராக்குசத்தொகுதியை ஒரு அமினோத்தொகுதி மாற்றிடுகிறது. அமைடுகளில் அமினோவமிலங்களைவிட அதிக நைற்றசன் இருப்பதால், அவை கட்டையக்குழல்களின் வழியாக தாவரத்தின் மற்றப்பகுதிகளுக்கு மாற்றலாகின்றன. மேலும், சில தாவரங்களின்

(சான்றாக சோயவரை) சிறுகணுக்கள் கடத்தற் றாரையுடன் இருத்திய நைற்றசனை உரைடுகளாக கடத்துகின்றன. இந்த சேர்மங்களிலும் நைற்றசக்கரிமவிகிதம் குறிப்பிடத்தக்கவகையில் அதிகம்.

சுருக்கவுரை

தாவரங்கள் தங்கள் கனிமவளங்களை காற்று, நீர் மண் ஆகியவற்றிலிருந்து பெறுகின்றன. தாவரங்கள் பல்வேறு வகையான கனிமங்களை உட்கவர்கின்றன. அவை உட்கவரும் எல்லா கனிமத்தனிமங்களும் தாவரங்களுக்கு தேவையில்லை. இதுவரை கண்டுபிடிக்கப்பட்ட 105க்கும் மேற்பட்ட தனிமங்களில், 21க்கும் குறைவானவையே தாவரங்களின் இயல்பான வளர்ச்சிக்கும் வளராக்கத்துக்கும் அவசியமானவையும் பயனுள்ளவையும். பெரிய அளவில் தேவைப்படும் தனிமங்களை பருமவளங்களை என்றும் குறைந்தளவிலே தேவைப்படுபவற்றை நுண்ணூட்டங்கள் என்றும் அழைக்கிறோம். இந்த தனிமங்கள் புரதங்கள், சக்கரேட்டுகள், கொழுப்புகள், உட்கருவமிலங்கள் போன்றவற்றின் அவசியமான பல்வேறு வளர்ச்சிதொற்று செயல்முறைகளில் பங்கேற்கின்றன. ஒரு அவசியத்தனிமத்தின் குறைபாடு குறைபாட்டறிகுறிகளுக்கு காரணமாகிறது. பச்சையச்சோகை, தசையிறப்பு, வளர்ச்சிமுடக்கம், குறைந்த அணுப்பிரிதல் போன்றவை சில முக்கிய குறைபாட்டறிகுறிகள். தாவரங்கள் முனைப்ப நிகழ்முறைகளாலோ முனைப்பற்ற நிகழ்முறைகளாலோ வேர்களின்மூலம் கனிமங்களை உட்கவர்கின்றன. கட்டைத்திசுமூலம் அவை உயிரினத்தின் எல்லாப்பகுதிகளுக்கும் நீர்க்கடத்தலுடன் செல்கின்றன.

வாழ்வு நீடிக்க நைற்றசன் மிகவும் அவசியமானது. தாவரங்கள் வளிக்கோள நைற்றசனை நேரடியாக பயன்படுத்தவியலாது. ஆனால் சில தாவரங்கள், குறிப்பாக பருப்பு வகைகளின் வேர்கள், N_1 ஐ இருப்பிக்கும் பாட்டிரியங்களுடன் இணைந்து வளிக்கோள நைற்றசனை உயிரிகள் பயன்படுத்தக்கூடிய வடிவங்களாக மாற்றுகின்றன. N_2 ஐ இருப்பிக்க வலுவான ஆக்குசிறக்கியும் அடினசின் முப்பாசுபேட்டின் வடிவில் ஆற்றலும் தேவைப்படுகின்றன. நைற்றசனை இருப்பிக்கும் நுண்ணுயிரிகளின் (முக்கியமாக கிழங்கியம்) உதவியுடன் N_2 இருப்பித்தல் நிறைவேறுகிறது. N_2 இருப்பித்தலில் முக்கியப்பங்கை வகிக்கும் ஊக்கிப்புரதமான நைற்றசலுக்கி ஆக்குசினுக்கு மிகவும் சுரணையானது. பெரும்பாலான நிகழ்முறைகள் வளியற்ற சூழலில் நடைபெறுகின்றன. தேவையான ஆற்றல் (அமுபா) ஓம்புயிரியணுக்கள் மூச்சுவிடுவதிலிருந்து கிடைக்கிறது. N_2 இருப்பித்தலால் விளையும் அம்மோனியா அமினோத்தொகுதியாக அமினோவமிலங்களுடன் இணைகிறது.

பயிற்சிகள்

1. 'ஒரு தாவரத்திலுள்ள எல்லாத்தனிமங்களும் அது உயிர்வாழ்வதற்கு அவசியமல்ல'. கருத்துரைக்க.
2. நீர்வேளாண்மையை பயன்படுத்தி கனிமவளச்சத்தைப்பற்றிய ஆய்ந்தறிதல்களில் நீரையும் ஊட்டவுப்புகளையும் தூய்மையாக்குவது ஏன் மிகவும் முக்கியமானது?
3. சான்றுகளுடன் விளக்குக: பருமவளங்களை, நுண்ணூட்டங்கள், நன்மையக்கும் ஊட்டங்கள், நச்சுத்தனிமங்கள், அவசியத்தனிமங்கள்.
4. தாவரங்களில் ஏற்படும் குறைந்தது ஐந்து வெவ்வேறு குறைபாட்டறிகுறிகளை குறிப்பிடுக. அவற்றை விவரித்து அந்தந்த கனிமப்பற்றாக்குறையுடன் தொடர்புறுத்துக.
5. ஒரு தாவரத்தில் தோன்றும் அறிகுறி ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஊட்டங்களின் குறைபாடுகளால் உண்டாகக்கூடியதெனில், உண்மையான கனிமப்பற்றாக்குறையை பரிசோதனைமூலம் எப்படி கண்டுபிடிப்பீர்?
6. சில தாவரங்களில் குறைபாட்டின் அறிகுறிகள் முதலில் தாவரத்தின் இளம் பகுதிகளிலும் மற்றவற்றில் முதிர்ந்த உறுப்புகளிலும் தோன்றுவது ஏன்?
7. கனிமங்களை தாவரங்கள் எவ்வாறு உட்கவர்கின்றன?
8. கிழங்கம் வளிக்கோள நைற்றசனை இருப்பிக்க தேவையான நிலவரங்கள் யாவை? N_2 இருப்பித்தலில் அவற்றின் பங்கு என்ன?
9. வேர்ச்சிறுகணுக்கள் உருவாவதன் படிகள் என்னென்ன?
10. பின்வரும் கூற்றுக்களில் எவை உண்மை? தவறு எனில், அதை திருத்துக.
 - a. போரான்குறைபாடு தடிப்பச்சை விளைவிக்கிறது.

- b. ஒரு உயிரணுவிலுள்ள ஒவ்வொரு கனிமத்தனிமமும் உயிரணுக்கு தேவை.
- c. ஒரு ஊட்டத்தனிமமான நைற்றசன் தாவரங்களில் மிகவும் அசையாத தன்மையது.
- d. நுண்ணூட்டங்களின் அவசியத்தை நிறுவுவது மிகவும் எளிது; ஏனெனில் அவை சிற்றளவிலே தேவைப்படுகின்றன.