அலகு V
தாவர செயலியல்

பாடம் 11

தாவரங்களில் கடத்து முறைகள்

கற்றல் நோக்கங்கள்

இப்பாடத்தினைக் கற்போர்

- *முந்தைய வகுப்புகளில் கற்ற எளிய இயற்பியல் மற்றும் உயிரியல் செயல்பாடுகளை நினைவு கூறவும்,*
- *ஆற்றல்சார் மற்றும் ஆற்றல்சாரா கடத்தலை வகைப்படுத்துதல், வேறுபடுத்துதல் மற்றும் ஒப்பிடவும்,*
- *நீர் உறிஞ்சப்படும் நுட்பத்தினைப் புரிந்து கொள்ளவும்,*
- *சாறேற்றத்தின் பல்வேறு கொள்கைகளை ஆய்வு செய்யவும்,*
- *நீராவிப்போக்கினைப் புரிந்து கொண்டு பல்வேறு வகையான நீராவிப் போக்கினை ஒப்பிடவும்*
- *ஃபுளோயத்தில் நடைபெறும் இடப்பெயர்ச்சி நுட்பத்தினை விவாதிக்கவும்,*
- *கனிமங்களின் உள்ளெடுப்பினைப் புரிந்து கொள்ளவும் இயலும்.*

பாட உள்ளடக்கம்

11.1 கடத்து முறைகளின் வகைகள்
11.2 செல்களுக்கு இடையே நடைபெறும் கடத்துமுறைகள்
11.3 தாவர – நீர் தொடர்புகள்
11.4 நீரின் உள்ளெடுப்பு
11.5 சாறேற்றம்
11.6 நீராவிப்போக்கு
11.7 கரிம கரைபொருட்களின் இடப்பெயர்ச்சி
11.8 கனிமங்களின் உள்ளெடுப்பு

சுமார் 450 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு (பேலியோசோயிக் ஊழியில் ஆர்டோவிசியன் காலம்) நீரில் செழிப்பாக வாழ்ந்து வந்த தாவரங்கள் புதிதாக தோன்றிய நிலப்பரப்பிற்கு இடம் பெயர்ந்தன. கடுமையான சூழலை கொண்டிருந்த நிலத்தில் தாவரங்களுக்கு எளிதில் கிடைக்காத ஆழத்தில் நீர் அமைந்திருந்ததால், தாவரங்கள் நீரை பெறுவதற்கும் வாழ்வதற்கும் பெரும் போராட்டத்தினை சந்தித்தன. இதில் சில அழிந்தொழிந்தன. எஞ்சியவை புதிய உலகத்தில் வாழ்வதற்காக தங்களை தகவமைத்துக் கொண்டன. தாவரங்கள் தங்களுக்கென்று நீரை உறிஞ்சுவதற்கான அமைப்பினை கட்டமைத்துக்கொண்டு வாழத்தொடங்கியதே மிகப்பெரிய தகவமைப்பாகும். இதுபோன்ற நீரை உறிஞ்சும் அமைப்பின் (வாஸ்குல திசுக்கள்) தொடர் உருவாக்கத்தாலும் மேம்படுத்துதலாலும் தாவர உலகில் பன்முகத் தன்மை உருவாகியது. ஆதி உலகில் செழித்து வாழ்ந்த டெரிடோபைட்கள், ஜிம்னோஸ்பெர்ம்கள் மற்றும் தற்போதைய பூக்கும் தாவரங்களின் தலையாய பிரச்சினை புவி ஈர்ப்பு விசைக்கு எதிராக வேரிலிருந்து பல மீட்டர் உயரத்திற்கு நீரை எவ்வாறு கடத்துவது என்பதே. இப்பாடப் பகுதியில் வேர் மூலம் நீர் உறிஞ்சுதல், உறிஞ்சிய நீரினை இலை மூலம் இழத்தல் ஆகியவற்றுக்கிடையே நடைபெறும் நிகழ்வுகளையும், நீர், வளி மற்றும் கனிமங்கள் தாவரங்களில் இடப்பெயர்வு அடைவதற்கான அடிப்படை இயற்பியல், மற்றும் உயிரியல் வழிமுறைகளையும் கற்க உள்ளோம். மேலும் இலைகள் தயாரித்த உணவு, தாவரங்களின் பல்வேறு பகுதிகளுக்கு இடம்பெயர்வதையும் அதில் உள்ள சவால்களையும், சிக்கல்களையும் கற்க உள்ளோம்.

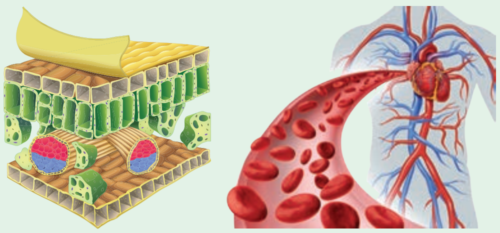
11.1 கடத்து முறைகளின் வகைகள் (Types of Transport)

நீர், கனிமங்கள் மற்றும் உணவுப் பொருட்கள் தாவர உடலில் தாவரங்களின் அனைத்துப் பகுதிகளுக்கும் செல்வதே கடத்துமுறை ஆகும். இடப்பெயர்ச்சிக்கு கடத்து திசுக்களான சைலம் மற்றும் ஃபுளோயம் ஆகியவை முக்கிய பங்காற்றுகின்றன.

கடத்துதலின் தேவை என்ன? வேர் மூலம் உறிஞ்சப்பட்ட நீரானது இலைகளில் நடைபெறும் ஒளிச்சேர்க்கைக்கு தேவைப்படுவதால் அது மேல் நோக்கி இடம்பெயர வேண்டும். அதேபோல இலைகளில் தயாரிக்கப்பட்ட உணவு வேர் உட்பட அனைத்து பகுதிகளுக்கும் செல்ல வேண்டும். மேற்கண்ட இரு செயல்பாடுகளும் ஒன்றை ஒன்று சார்ந்தும் இணைந்தும் செயல்படுகின்றன.

11th_BIO-BOTANY_CH 11-TM.indd 216 12/10/2021 10:34:14 AM

தாவரங்களிலும் மனிதனிலும் உள்ள கடத்து அமைப்பு



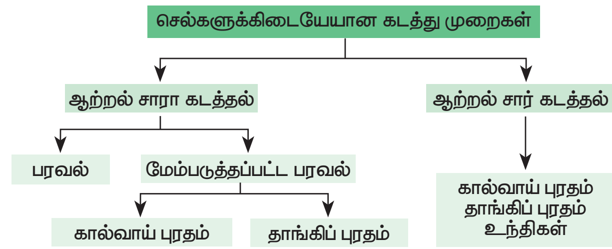
தாவரங்களும் விலங்குகளும் தனித்தனியே தோன்றியிருந்தாலும் நீரையும் கரைநிலை வேதிப்பொருட்களையும் கடத்துவதற்கு ஒப்பீட்டளவில் ஒரே மாதிரியான கடத்து குழாய் அமைப்பினைப் பெற்றுள்ளன. ஆனால் எதன் கடத்து அமைப்பு மேம்பட்ட கடத்தலை மேற்கொள்ள உகந்த வடிவமைப்பினைப் பெற்றுள்ளது? சைலம் வழியாக கடத்தல் ஏற்பட்டதால் தாவரங்கள் உயரமாகவும் பல்வகை வாழிடங்களில் வளரவும் ஒளிச்சேர்க்கைச் செயல் விரிவாக நிகழவும் ஏதுவானது. கடத்து குழாய்களின் கிளைகளின் தடிப்பு, கடத்துதலுக்கான ஆற்றல், கடத்து ஊடகத்தினை குறைவாக பயன்படுத்தி பராமரித்தல் ஆகியவற்றினை முர்ரே விதி அனுமானிக்கிறது. விலங்குகளில் இரத்த நாளம், மூச்சுக்குழாய்கள், தாவரங்களில் சைலம், பூச்சிகளில் சுவாச மண்டலம் ஆகியவற்றிலும் இவ்விதி காணப்படுகிறது. இயற்கையைப் பற்றி நாம் மேலும் புரிந்து கொள்ள இத்துறையில் தொடர் ஆய்வு தேவைப்படுகிறது.

* நீர் (சாறு) அல்லது உணவு (கரைபொருள்) இடம்பெயரும் தூரத்தினை அடிப்படையாக கொண்டு: 1) குறைந்த தூர கடத்துதல் மற்றும் 2) நீண்ட தூர கடத்துதல் என இரு வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது.

1) குறைந்த தூர கடத்துதல் (செல்களுக்கிடையே கடத்தல்) : பக்கவாட்டு திசையில் இடப்பெயர்வு செய்ய உதவும் குறைந்த எண்ணிக்கையிலான செல்களில் இது நடைபெறுகிறது. வேர்த் தூவிக்கும் சைலத்திற்கும் இடையே மற்றும் இலை செல்களுக்கும் ஃபுளோயத்திற்கும் இடையே தொடர்பினைப்பாக இது செயலாற்றுகிறது. எடுத்துக்காட்டு: பரவல், உள்ளீர்த்தல் மற்றும் சவ்வூடுபரவல்.

2) நீண்ட தூர கடத்துதல்: சைலத்திற்குள் அல்லது ஃபுளோயத்திற்குள் நடைபெறும் இடப்பெயர்ச்சி நீண்ட தூர இடப்பெயர்ச்சியாகும். எடுத்துக்காட்டு: சாறேற்றம் மற்றும் கரைபொருட்களின் இடப்பெயர்ச்சி.

* கடத்துதலுக்கான ஆற்றல் தேவையினைப் பொறுத்து 1) ஆற்றல்சாரா கடத்தல் மற்றும் 2) ஆற்றல்சார் கடத்தல் என இருவகைகளாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.



படம் 11.1: செல்களுக்கிடையே நடைபெறும் கடத்து முறைகள்

1) ஆற்றல்சாரா கடத்தல் (Passive transport) : இது ஈர்ப்பு விசை, செறிவு போன்ற இயற்பியல் செயல்பாடுகளை அடிப்படையாக கொண்டு நடைபெறுவது. எனவே இதற்கு ஆற்றல் தேவைப்படுவது இல்லை. இது மலையிறக்கத்திற்கு ஒப்பான செயலாகும். பரவல், மேம்படுத்தப்பட்ட பரவல், உள்ளீர்த்தல் மற்றும் சவ்வூடுபரவல் ஆகியவை ஆற்றல்சாரா கடத்தலை சார்ந்தவை.

2) ஆற்றல்சார் கடத்தல் (Active transport) : இது செல் சுவாச செயல் மூலமாக கிடைக்கப்பெறும் ஆற்றலை பயன்படுத்தி செல்லில் நடைபெறும் உயிரியல் செயல்பாடு. இது மலையேற்றத்திற்கு ஒப்பான செயலாகும்.

11.2 செல்களுக்கிடையே நடைபெறும் கடத்துமுறைகள்

செல்களுக்கிடையே அல்லது குறைந்த தூர கடத்து முறையானது வரையறுக்கப்பட்ட இடத்தில் மிகக்குறைந்த செல்களுக்குள் நடைபெறுவதாகும். நீண்ட தூர இடப்பெயர்ச்சிக்கு வழிவகை செய்வதற்காக இக்கடத்து முறைகள் திகழ்கின்றன. செல்களுக்கு இடையேயான இடப்பெயர்ச்சிக்கான இயக்கம் ஆற்றல் சார்ந்ததாகவோ அல்லது ஆற்றல் சாராததாகவோ இருக்கும் (படம் 11.1). மேற்கண்ட படத்தில் உள்ளவாறு செல்களுக்கிடையே கடத்து முறைகள் நடைபெறுகின்றன.

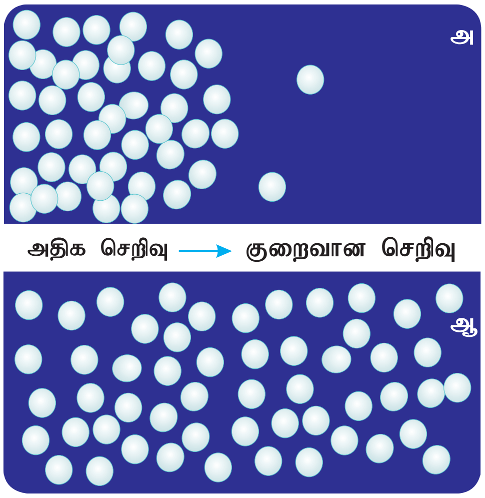
11.2.1. ஆற்றல்சாரா கடத்தல்

1. பரவல் (Diffusion)

ஒரு மூடிய அறையில் ஊதுபத்தி, அல்லது கொசுவர்த்தியினைக் கொளுத்தும்போதோ அல்லது நறுமணத் திரவிய குப்பியினை திறக்கும்போதோ அதன் மணம் அறை முழுவதும் விரவி நிற்பதை உணரலாம். நறுமண மூலக்கூறுகள் சம அளவில் அறையில் விரவுவதே இதற்குக் காரணமாகும். இந்நிகழ்வே **பரவல்** என அழைக்கப்படுகிறது.

பரவல்: அடர்வு அதிகமான இடத்திலிருந்து அடர்வு குறைவான இடத்திற்கு செறிவடர்த்தி சரிவு காரணமாக ஒட்டுமொத்த மூலக்கூறுகளும் சமநிலை எட்டப்படும்வரை இடம்பெயர்வது பரவல் எனப்படும்

11th_BIO-BOTANY_CH 11-TM.indd 217
12/10/2021 10:34:20 AM



படம் 11.2: பரவலில் மூலக்கூறுகளின் விரவல் (அ) ஆரம்ப நிலை (ஆ) இறுதி நிலை

பரவலில் மூலக்கூறுகளின் இயக்கம் தொடர்ச்சியாகவும் ஒழுங்கற்றும் அனைத்து திசைகளிலும் நடைபெறும் (படம் 11.2).

பரவலின் பண்புகள்

அ) இது ஒரு ஆற்றல்சாரா செயல்பாடு, எனவே இதற்கு ஆற்றல் தேவைப்படுவது இல்லை.

ஆ) இது உயிருள்ள திசுக்களைச் சார்ந்ததல்ல.

இ) பரவல் வாயுக்களிலும் திரவங்களிலும் அதிக அளவில் நடைபெறும்.

ஈ) பரவலின் தூரம் குறையும் போது மிக வேகமாகவும் தூரம் அதிகரிக்கும்போது மெதுவாகவும் நடைபெறும்.

உ) வெப்பநிலை, செறிவு சரிவுவாட்டம், ஒப்படர்த்தி ஆகியவை பரவலின் வீதத்தினை கட்டுப்படுத்துகின்றன.

தாவரங்களில் பரவலின் முக்கியத்துவம்

அ) வளி மண்டலம் மற்றும் இலைத்துளைகளுக்கிடையே ஆக்ஸிஜன் மற்றும் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு வாயுப்பரிமாற்றம் பரவல் மூலமாக நடைபெறுகிறது. மேலும் ஒளிச்சேர்க்கைக்கு தேவையான கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடினை ஈர்க்கவும் சுவாசித்தலுக்கு தேவையான ஆக்ஸிஜனை ஈர்க்கவும் பரவலே காரணமாக உள்ளது.

ஆ) நீராவிப்போக்கின் போது வெளியிடப்படும் நீராவி (செல்லிடைவெளிகளில்) இலைத்துளைகள் வழியே வளிமண்டலத்திற்கு செல்ல பரவலே காரணமாக உள்ளது.

இ) கனிம உப்புகளின் அயனிகள் ஆற்றல்சாரா கடத்தலுக்கு பரவலே காரணமாக உள்ளது.

2. மேம்படுத்தப்பட்ட பரவல் (Facilitated Diffusion)

செல்சவ்வானது நீரையும், முனைவற்ற மூலக்கூறுகளையும் எளிய பரவல் மூலம் ஊடுருவ அனுமதிக்கிறது. ஆனால் அயனிகள், சர்க்கரைகள், அமினோ அமிலங்கள், நியூக்ளியோடைடுகள் மற்றும் செல்லின் வளர்சிதை மாற்ற பொருட்கள் ஆகிய முனைவுள்ள மூலக்கூறுகள். செல்சவ்வின் வழியாக மூலக்கூறுகள் பரவுவது செறிவு சரிவு வாட்டத்தினை மட்டும் சார்ந்தது அல்ல, பின்வரும் கூறுகளையும் சார்ந்துள்ளன.

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

பரவலும் அறுவைச் சிகிச்சை அரங்கில் கிருமிநீக்கமும்

அறுவைச் சிகிச்சை நடைபெறும் அறுவை அரங்கமானது தொற்றுத்தன்மையினை ஏற்படுத்தவியலா வகையில் கிருமிகளின்றி இருக்க வேண்டும். இதற்காக, பொட்டாசியம் பர்மாங்கனேட்டுடன் பார்மலினைச் சேர்க்கும்போது புகை மூண்டு மூடப்பட்ட ஒரு அறையிலுள்ள அனைத்து நோயூக்கிகளையும் அழிக்கிறது. பரவலின் வாயிலாக நடைபெறும் இச்செயல் **புகையூட்டம்** (Fumigation) எனப்படும்

சவ்வின் செலுத்துதிறனின் வகைகள்

கரைசல் என்பது கரைபொருள் கரைப்பானில் கரைவதால் ஏற்படுவது. செல்சவ்வில் இக்கூறுகள் கடத்தப்படுவதைப் பொருத்து கீழ்க்காணும் வகைகளில் சவ்வுகள் பிரிக்கப்படுகின்றன.

முழுக் கடத்தா தன்மை: கரைப்பான் மற்றும் கரைபொருள் மூலக்கூறுகள் ஆகிய இரண்டையும் தடுப்பது. எடுத்துக்காட்டு: சூபரின், க்யூட்டின் மற்றும் லிக்னின் உடைய செல் சுவர்கள்.

முழுக் கடத்து தன்மை: கரைபொருள் மற்றும் கரைப்பான் மூலக்கூறுகள் ஆகிய இரண்டையும் தன்னைக் கடந்து செல்ல அனுமதிப்பது. எடுத்துகாட்டு: செல்லுலோசால் ஆன செல்சுவர்.

பகுதி கடத்து தன்மை: கரைப்பான் மூலக்கூறுகளை மட்டும் இது அனுமதிக்கும். ஆனால் கரைபொருளை அனுமதிப்பதில்லை. எடுத்துக்காட்டு: பார்ச்மெண்ட் தாள்.

தேர்வு கடத்து தன்மை: அனைத்து உயிரிய சவ்வுகளும் கரைப்பான் மூலக்கூறுகளுடன் ஒரு சில கரைபொருளையும் அனுமதிக்கிறது. எடுத்துக்காட்டு: பிளாஸ்மாலெம்மா, டோனோபிளாஸ்ட் மற்றும் செல் நுண்ணுறுப்புகளின் சவ்வுகள்.

11th_BIO-BOTANY_CH 11-TM.indd 218 12/10/2021 10:34:21 AM

அ) ***மூலக்கூறின் அளவு:*** *சிறிய அளவிலான மூலக்கூறுகள் வேகமாக பரவும்.*

ஆ) ***மூலக்கூறின் கரைதிறன்:*** *கொழுப்பில் கரையும் பொருட்கள் எளிதாகவும், வேகமாகவும் செல்சவ்வினை கடந்து செல்லும். ஆனால் நீரில் கரையும் பொருட்கள் அவ்வளவு எளிதாக செல்சவ்வினை கடக்க இயலாது. அவை மேம்படுத்தப்பட்ட பிறகே செல் சவ்வினை கடக்க இயலும்.*

மேம்படுத்தப்பட்ட பரவலில், கடத்து புரதங்கள், எனப்படும் ஒரு சிறப்பான சவ்வுப் புரதத்தின் துணையால் ஏ.டி.பி. ஆற்றலை பயன்படுத்தாமல் மூலக்கூறுகள் செல்சவ்வினை கடக்கின்றன.

செல் சவ்வில் இரு வகையான கடத்து புரதங்கள் காணப்படுகின்றன. அவை ***கால்வாய் புரதங்கள்*** *மற்றும்* ***தாங்கிப் புரதங்கள்.***

அ) கால்வாய் புரதங்கள்

கால்வாய் புரதங்கள் என்பவை செல் சவ்வினுள் கால்வாய் அல்லது குகை போன்ற அமைப்பினை ஏற்படுத்தி அதன் வழியாக மூலக்கூறுகள் எளிதில் செல்லினுள் புகுவதற்கு வழி வகுக்கின்றன. இக்கால்வாய்கள் திறந்தவை அல்லது மூடியவை. இவை சில குறிப்பிட்ட மூலக்கூறுகளுக்கு மட்டும் திறப்பவை. சிலவகை கால்வாய் புரதங்கள் வெளிச்சவ்வினுள் மிகப்பெரிய துளையினை ஏற்படுத்துபவை. எடுத்துக்காட்டு: போரின் மற்றும் அக்வாபோரின்.

1) போரின்

கணிகங்கள், மைட்டோகாண்ட்ரியா மற்றும் பாக்டீரியாவின் வெளிச்சவ்வில் காணப்படும் மிகப்பெரிய கடத்து புரதத்திற்கு ***போரின்*** *என்று பெயர். இவை சிறிய அளவிலான மூலக்கூறுகளைக் கடத்துவதற்கு ஏற்றவை.*

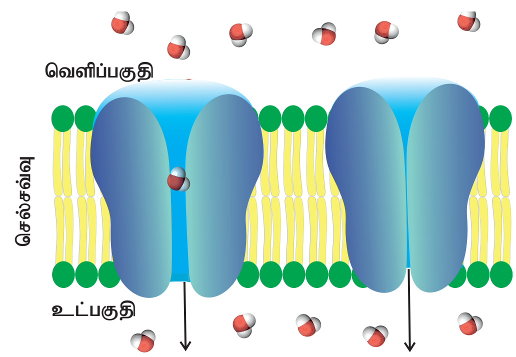
2) அக்வாபோரின்

அக்வாபோரின் என்பவை பிளாஸ்மா சவ்வில் பொதிந்து காணப்படும் நீர் கால்வாய் புரதங்களாகும் (படம் 11.3). இதன் மூலம் மிகப்பெரிய அளவில் நீர் மூலக்கூறுகள் சவ்வினைக் கடக்கின்றன. தாவரங்களில் பல்வேறு வகையான அக்வாபோரின்கள் காணப்படுகின்றன. மக்காச்சோளத்தில் 30 வகையான அக்வாபோரின்கள் உள்ளன. தற்போது இவை நீரைத் தவிர கிளிசரால், யூரியா, கார்பன் டை ஆக்ஸைடு, அம்மோனியா, உலோக அயனிகள் மற்றும் ***வினையாக்க மூலக்கூறு ஆக்சிஜன்*** *ஆகிய பொருட்களை கடத்துவதாகவும் அறியப்பட்டுள்ளது. இவை சவ்வின் நீர் செலுத்து திறனை அதிகரிக்கவும், வறட்சி மற்றும் உவர் தன்மைக்கு எதிராகவும் செயல்படுகின்றது.*

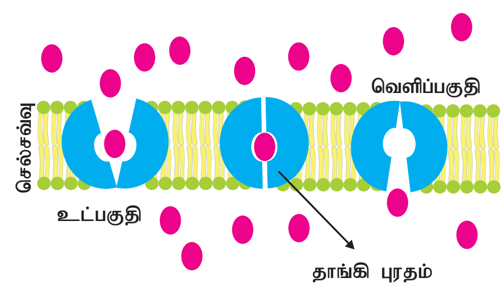
உங்களுக்குத் தெரியுமா?

அக்வாபோரின் கண்டுபிடிப்பு

இரத்த சிவப்பணுவில் (RBC) நீர்த்துளை எனப்படும் அக்வாபோரின் பீட்டர் ஆக்ரே என்பவரால் கண்டறியப்பட்டது. இதற்காக வேதியலுக்கான நோபல் பரிசை 2003ல் இவர் பெற்றார்.



படம் 11.3: அக்வாபோரின்



படம் 11.4: தாங்கிப் புரதங்கள்

ஆ) தாங்கிப் புரதங்கள்

தாங்கிப் புரதங்கள் என்பவை ஒரு ஊர்தி போல செயல்பட்டு சவ்வுக்கு வெளியேயும் உள்ளேயும் மூலக்கூறுகளைச் சுமந்து செல்கின்றன (படம் 11.4). தாங்கிப் புரதத்தின் அமைப்பானது பொருட்களைச் சுமந்து செல்லும்போது மாற்றமடைகிறது, பின் மூலக்கூறுகள் பிரிந்த பின் மீண்டும் இயல்பான நிலையினை அடைகிறது.

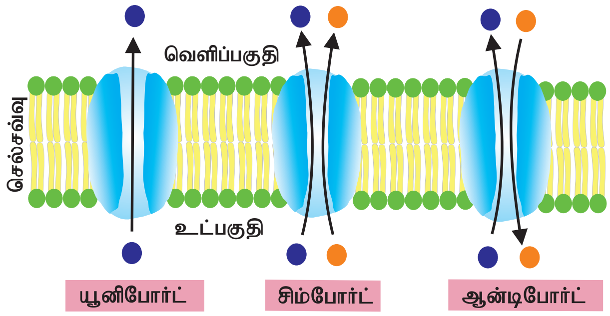
மூலக்கூறுகளின் இடப்பெயர்ச்சி திசை மற்றும் செயல்படு திறனைப் பொருத்து தாங்கிப் புரதங்கள் 3 வகைகளாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது (படம் 11.5). அவை (1) ஒற்றைக் கடத்தி (2) இணை கடத்தி (3) எதிர்கடத்தி.

1) யூனிபோர்ட் அல்லது ஒற்றைக் கடத்தி: *இவ்வகையில் ஒரே வகையான மூலக்கூறுகள் ஒரே திசையில் பிற மூலக்கூறுகளுடன் தொடர்பின்றி சவ்வின் வழியாகச் செல்லும்*

2) சிம்போர்ட் அல்லது இணை கடத்தி: *சிம்போர்ட் என்பது ஒரே நேரத்தில் இரு வேறு மூலக்கூறுகளை ஒரே திசையில் கடத்தும் ஒருங்கிணைந்த சவ்வுப் புரதமாகும்.*

11th_BIO-BOTANY_CH 11-TM.indd 219 12/10/2021 10:34:21 AM

***3)* ஆன்டிபோர்ட் அல்லது எதிர் கடத்தி:** *ஆன்டிபோர்ட் என்பது ஒரே நேரத்தில் இரு வேறுபட்ட மூலக்கூறுகளை எதிர் எதிர் திசைகளில் சவ்வின் வழியே கடத்தும் ஒருங்கிணைந்தச் சவ்வுப் புரதமாகும்.*



படம் 11.5: இடப்பெயர்ச்சி திசை

11.2.2. ஆற்றல்சார் கடத்தல்

பரவல் போன்ற ஆற்றல்சாரா கடத்தல் நிகழ்வில் உள்ள மிகப்பெரிய குறை எவ்விதக் கட்டுப்பாடின்றி மூலக்கூறுகள் இடப்பெயர்வு அடைவதே. இதனால் கேடு விளைவிக்கும் பொருட்கள் செறிவு வாட்ட சரிவினைப்பயன்படுத்திசெல்லினுள் நுழைவதற்கான வாய்ப்பு உள்ளது. ஆனால் தேர்வு கடத்து சவ்வானது செல்லினுள் நுழையும் மற்றும் வெளியேறும் மூலக்கூறுகளைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. செறிவு வாட்ட சரிவிற்கு எதிராக மேலேற்றம் செய்வதற்கு ஏ.டி.பி. ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. ஆற்றல்சாரா கடத்தலில் இயக்க ஆற்றல் மூலம் சரிவின் வழியாக மூலக்கூறுகள் செல்கின்றன. ஆனால் சரிவிற்கு எதிராக செல்லின் ஆற்றலைப் பயன்படுத்தி ஆற்றல்சார் கடத்தல் நடைபெறுகிறது. மேம்படுத்தப்பட்ட பரவலில் பயன்படும் கடத்து புரதங்கள் ஆற்றல்சார் கடத்தலிலும் பயன்படுகிறது. ***உந்திகள்*** *என்பவை ஏ.டி.பி (ATP) அல்லது ஒளியாற்றலைப் பயன்படுத்தி வெப்ப இயக்கவியலின்படி அயனிகள் அல்லது மூலக்கூறுகளை மேலேற்றம் செய்கிறது. உந்திகளின் செயல்பாடு ஆற்றல்சார் கடத்தலுக்கு எடுத்துக்காட்டு ஆகும். எடுத்துக்காட்டு: Na^+-k^+-ATPயேஸ் உந்தி. (அட்டவணை 11.1)*

நீங்கள் கற்றதை சோதித்தறிக.

இணை கடத்தலுக்கும் எதிர் கடத்தலுக்கும் இடையே உள்ள ஒற்றுமை, வேற்றுமைகள் யாவை?

ஒற்றுமை: *இரண்டிலும் இரு வகை மூலக்கூறுகள் ஈடுபடுகின்றன. ஒரே திசையில் கடத்தல் நடைபெறுகிறது.*

வேற்றுமை: *இணை கடத்தலில் மூலக்கூறுகள் ஒன்றாகவே இணைந்து செல்கின்றன. ஆனால் பதிலீடு கடத்தலில் ஒன்றுக்கொன்று எதிர் எதிர் திசையில் மூலக்கூறுகள் செல்கின்றன.*

அட்டவணை 11.1: பல்வேறு வகையான கடத்துதல்களின் ஒப்பீடு

பண்புகள்	ஆற்றல்சாரா கடத்தல்		ஆற்றல்சார் கடத்தல்
	எளிய பரவல்	மேம்படுத்தப்பட்ட பரவல்	
செயல்முறைத் தன்மை	இயற்பியல்	உயிரியல்	உயிரியல்
சவ்வுப் புரதத்தின் தேவை	இல்லை	ஆம்	ஆம்
மூலக்கூறுகளைத் தேர்வு செய்தல்	இல்லை	ஆம்	ஆம்
இடப்பெயர்வில் பூரிதம்	இல்லை	ஆம்	ஆம்
மேலேற்ற இடப்பெயர்வு	இல்லை	இல்லை	ஆம்
ஆற்றலின் தேவை (ATP)	இல்லை	இல்லை	ஆம்
அடக்கும் பொருட்களுக் கெதிரான வினைத்தன்மை	இல்லை	ஆம்	ஆம்

11.3 தாவர–நீர் தொடர்புகள்

தாவரங்களின் வாழ்க்கைக்கு நீர் இன்றியமையாதது. நீர் கிடைக்கும் அளவினைப் பொருத்து தாவரங்களின் உள்ளமைப்பு மற்றும் வெளியமைப்பு மாற்றமடைகிறது. தாவரங்களின் புரோட்டோபிளாசம் 60–80 % நீரால் ஆனது. நீரில் பெரும்பான்மையான பொருட்கள் கரைவதால் நீர் ஒரு ***பொது கரைப்பான்*** *என்றழைக்கப்படுகிறது. நீர் மூலக்கூறுகளின் பிணைப்பு வலிமை காரணமாகவே சாறேற்றம் நடைபெறுகிறது. தாவரங்களின் உள் வெப்பநிலையினைப் பராமரிப்பதற்கும் செல்லின் விறைப்பு நிலைக்கும் நீரே காரணமாக உள்ளது.*

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

உள்ளீர்த்தலின் சக்தி

பண்டைய காலத்தில் பாறைகளில் சிறு பிளவுகளில் மரக்கட்டை துண்டுகளைச் செலுத்தி அதற்கு தொடர்ச்சியாக நீர் செலுத்தப்படும். உள்ளீர்த்தல் நிகழ்வு காரணமாக மரத்துண்டுகள் பெருக்கமடைந்து பாறைகள் மிகச் சரியாக வெட்டப்படும்.

கோதுமையிலிருந்து பெறப்படும் குளுட்டன் அதன் எடையினை விட 300 சதவீதம் அளவிற்கு நீரை உறிஞ்சும்

11.3.1 உள்ளீர்த்தல் (Imbibition)

மரப்பிசின், ஸ்டார்ச், புரதம், செல்லுலோஸ், அகார், ஜெலட்டின் போன்ற கூழ்ம அமைப்புகளை நீரில் வைக்கும்போது அவை நீரினை அதிக அளவில் உறிஞ்சி பெருக்கமடைகின்றன. இத்தகைய பொருட்கள் **உள்ளீர்ப்பான்கள்** என்றும் இந்நிகழ்வு **உள்ளீர்த்தல்** என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டு: 1. உலர்ந்த விதைகள் உப்புதல் 2. மழைக் காலங்களில் மரச்சன்னல்கள், மேசைகள், மரக்கதவுகள் ஆகியவை ஈரப்பதம் காரணமாக உப்புதல்.

உள்ளீர்த்தலின் முக்கியத்துவம்

1) விதை முளைத்தலின்போது, உள்ளீர்த்தல் காரணமாக விதையின் அளவு அபரிமிதமாக விரிவடைவதால் விதையுறை கிழிபடுகிறது.

2) வேர் மூலம் நீர் உறிஞ்சுதலின் ஆரம்ப நிலையில் இது உதவுகிறது.

> **செயல்பாடு**
>
> **உள்ளீர்த்தல் சோதனை**
>
> முருங்கை மரம் அல்லது கருவேல மரம் அல்லது பாதாம் மரத்திலிருந்து 5 கிராம் அளவிற்கு அதன் பிசினை சேகரிக்க வேண்டும். இதனை 100மி.லி. நீரில் ஊறவைக்க வேண்டும். 24 மணி நேரத்திற்கு பின்பு ஏற்படும் மாற்றங்கள் குறித்து ஆசிரியரிடம் கலந்துரையாடுக.

11.3.2 நீரியல் திறன் (Ψ) (Water Potential)

நீரியல் திறன் பற்றிய கருத்தாக்கம் **ஸ்லேடையர்** மற்றும் **டெய்லர்** ஆகியோரால் 1960 ஆண்டு அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. நீரியல் திறன் என்பது ஒரே குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை மற்றும் அழுத்தத்தில் ஒரு அமைப்பில் உள்ள நீரை, தூய நீரின் நீரியல் ஆற்றலுடன் ஒப்பிடுவதாகும். ஒரு அமைப்பில் உள்ள நீர் மூலக்கூறுகள் எந்த அளவிற்கு எளிதாக இடம்பெயர்கிறது என்பதை அளவிடும் குறியீடாகவும் இதனைப் பயன்படுத்தலாம். நீரியல் திறன் ψ (சை) எனும் கிரேக்க குறியீட்டால் குறிக்கப்படுகிறது. இதனுடைய அலகு **பாஸ்கல் (Pa)** ஆகும். திட்ட வெப்பநிலையில் தூய நீரின் நீரியல் ஆற்றல் பூஜ்ஜியமாகும். தூய நீரில் கரைபொருளை சேர்க்கும்போது அதனுடைய இயக்க ஆற்றல் குறைவதால் அதன் நீரியல் ஆற்றலும் குறைகிறது. ஒரு கரைசலை தூய நீருடன் ஒப்பிட்டால் அது எப்பொழுதும் குறைவான நீரியல் திறனையே கொண்டிருக்கும். வேறுபட்ட நீரியல் திறன்களை கொண்டிருக்கும் கூட்டமாக அமைந்த செல்களில் ஒரு நீரியல் திறன் சரிவுவாட்டம் (water potential gradient) ஏற்படுகிறது. இங்கு நீரானது அதிக நீரியல் திறன் உள்ள பகுதியில் இருந்து குறைவான நீரியல் திறன் கொண்ட பகுதிக்கு செல்லும்.

நீரியல்திறன்(Ψ)இவற்றால் தீர்மானிக்கப்படுகிறது.,

1. கரைபொருளின் அடர்த்தி அல்லது கரைபொருள் உள்ளார்ந்த திறன் (ψ_S)
2. அழுத்தம் உள்ளார்ந்த திறன் (ψ_P)

மேற்கண்ட இரு காரணிகளையும் இணைத்து நீரியல் திறனை இவ்வாறு குறிப்பிடலாம்,

$$\Psi_W = \Psi_S + \Psi_P$$

நீரியல் திறன் = கரைபொருள் உள்ளார்ந்த திறன் + அழுத்தம் உள்ளார்ந்த திறன்

1. கரைபொருள் திறன் (Ψ_S) (Solute Potential)

கரைபொருள் திறன் என்பது ஒரு கரைபொருள் நீரியல் திறன் மீது ஏற்படுத்தும் விளைவாகும். இது **சவ்வூடு பரவல் இயல்திறன்** என்றும் அழைக்கப்படும். தூய நீரில், கரைபொருளினைச் சேர்க்கும்போது அது நீரின் தனி ஆற்றலை குறைப்பதால் நீரியல் திறன் பூஜ்ஜியத்திலிருந்து குறைந்து எதிர்மறையாகிறது. இவ்வாறாக, கரைபொருள் திறனின் மதிப்பு எப்போதும் எதிர்மறையாகவே இருக்கும். திட்ட வளிமண்டல அழுத்தத்தில் உள்ள ஒரு கரைசலின் நீரியல் திறனானது அக்கரைசலின் கரைபொருள் திறனுக்குச் சமமாகவே இருக்கும் ($\psi_W = \psi_S$).

2. அழுத்தம் உள்ளார்ந்த திறன் (Ψ_P) (Pressure Potential)

கரைபொருள் உள்ளார்ந்த திறனின் செயல்பாட்டிற்கு எதிராக செயல்படும் இயங்கு விசையே அழுத்தயியல் திறன்/அழுத்தம் உள்ளார்ந்த திறன் ஆகும். ஒரு செல்லில் அழுத்த இயல் திறன் அதிகரித்தால் நீரியல் திறனும் அதிகரிக்கும், எனவே நீர் செல்லுக்குள் சென்று செல் விறைப்புத் தன்மையினை அடைகிறது. செல்லினுள் உருவாகும் இவ்வகை **நேர்மறை நீரியல் அழுத்தம், விறைப்பு அழுத்தம்** எனப்படும். இதேபோன்று செல்லில் இருந்து நீர்

வெளியேறுவதால் நீரின் உள்ளார்ந்த திறன் குறைகிறது இந்நிலையில் செல் நெகிழ்வு நிலை அடைகிறது.

3. ஊடக உட்திறன் (Ψ_M) (Matric Potential)

செல்சுவரில் உள்ள நீரை ஈர்க்கும் கொல்லாய்டுகள் (hydrating colloid) அல்லது கூழ்மம் போன்ற அங்கக மூலக்கூறுகளுக்கும் நீருக்கும் இடையே உள்ள ஈர்ப்பு **ஊடக உட்திறன்** எனப்படுகிறது. ஊடக உட்திறனை **உள்ளீர்த்தல் அழுத்தம்** எனவும் அழைக்கலாம். ஊடக உட்திறன் அதிகபட்சமாக (எதிர்மறை அலகில்) உலர்ந்த பொருட்களில் காணப்படும். எடுத்துக்காட்டு: நீரில் ஊறவைத்த விதைகள் பெருக்கமடைதல்.

11.3.3 சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம் மற்றும் சவ்வூடு பரவல் திறன் (Osmotic Pressure and Osmotic Potential)

ஒரு கரைசலையும் அதன் கரைப்பானையும் (தூய நீர்) ஒரு அரை கடத்து சவ்வால் பிரித்து வைக்கும்போது கரைபொருளின் கரைதிறன் காரணமாக கரைசலில் ஒரு அழுத்தம் உருவாகிறது. இதுவே **சவ்வூடுபரவல் அழுத்தம்** (Osmotic Pressure – OP) எனப்படுகிறது. கரைசலில் கரைபொருளின் அளவு அதிகரிக்க அதிகரிக்க சவ்வூடுபரவல் அழுத்தமும் அதிகரிக்கிறது. எனவே, அதிக அடர்வுள்ள கரைசல் (குறைந்த Ψ அல்லது ஹைப்பர்டானிக்) அதிகமான சவ்வூடு பரவல் அழுத்தத்தினைக் கொண்டிருக்கும். இதேபோல குறைந்த அடர்வுள்ள கரைசல் (அதிக Ψ அல்லது ஹைப்போடானிக்) குறைவான சவ்வூடு பரவல் அழுத்தத்தினைக் கொண்டிருக்கும். தூய நீரின் சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம் எப்பொழுதும் பூஜ்ஜியமாக இருக்கும், கரைபொருளின் அடர்வு அதிகரிக்க இதன் அளவானது அதிகரிக்கும். எப்பொழுதும் நேர்மறை அலகீட்டில் உள்ள சவ்வூடுபரவல் அழுத்தம் π என்ற குறியீட்டினால் குறிக்கப்படுகிறது.

சவ்வூடுபரவல் திறன் என்பது ஒரு கரைசலில் உள்ள கரைப்பான் துகளின் எண்ணிக்கைக்கும் அதன் கரைபொருள் துகளின் எண்ணிக்கைக்கும் இடையே உள்ள விகிதமாகும். சவ்வூடுபரவல் அழுத்தமும் சவ்வூடுபரவல் திறனும் சமமானது எனினும் சவ்வூடுபரவல் திறன் எதிர்மறை அளவிலும் சவ்வூடுபரவல் அழுத்தம் நேர்மறை அளவிலும் இருக்கும்.

11.3.4 விறைப்பு அழுத்தம் மற்றும் சுவர் அழுத்தம் (Turgor Pressure and Wall Pressure)

ஒரு தாவர செல்லினை தூய நீரில் (ஹைப்போடானிக் கரைசல்) வைக்கும் போது, நீரானது உட்சவ்வூடு பரவல் (எண்டாஸ்மாஸிஸ்) காரணமாக செல்லுக்குள் செல்லும். இதனால் செல்சவ்வின் மூலமாக செல் சுவருக்கு நேர்மறை நீர் அழுத்தத்தினை ஏற்படுத்துகிறது. இவ்வாறு செல்சவ்வின் மூலம் செல்சுவரை நோக்கி உண்டாக்கப்படும் இவ்வழுத்தம் **விறைப்பு அழுத்தம்** (Turgor Pressure – TP) எனப்படுகிறது.

மேற்கண்ட விறைப்பு அழுத்தத்திற்கு எதிராக செல்சுவரும் சமமான மற்றும் எதிர் விசையினை செல் சவ்வின் மீது செலுத்துகிறது. இதுவே **சுவர் அழுத்தம்** (wall pressure–WP) எனப்படுகிறது.

விறைப்பு அழுத்தமும் சுவர் அழுத்தமும் இணைந்து செல்லுக்கு விறைப்புத் தன்மையினை தருகிறது.

$TP + WP$ = விறைப்புத்தன்மை (Turgid).

செயல்பாடு

தொட்டாற் சிணுங்கி தாவரத்தின் இலைகள் தொட்டவுடன் மூடுவதில் விறைப்பழுத்தத்தின் பங்கினைக் கண்டறிக.

11.3.5. பரவல் அழுத்தப் பற்றாக்குறை (Diffusion Pressure Deficit – DPD) அல்லது உறிஞ்சு அழுத்தம் (Suction Pressure – SP)

தூய கரைப்பான் (ஹைப்போடானிக்) அதிகமான பரவல் அழுத்தம் கொண்டது. இதில் கரைபொருளை சேர்க்கும்போது கரைப்பானின் பரவல் அழுத்தம் குறைகிறது. குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை மற்றும் வளிமண்டல அழுத்தத்தில் உள்ள ஒரு கரைசலின் பரவல் அழுத்தத்திற்கும் அக்கரைசலின் கரைப்பானின் பரவல் அழுத்ததிற்கும் இடையேயான வேறுபாடே **பரவல் அழுத்தப் பற்றாக்குறை** (DPD) எனப்படுகிறது. இதற்கு பெயரிட்டவர் **மேயர்** (1938) ஆவார். ஒரு கரைசலில் கரைபொருளின் அளவை அதிகரிப்பதன் மூலம் பரவல் அழுத்தப் பற்றாக்குறையினை அதிகரிக்க இயலும். பரவல் அழுத்தப் பற்றாக்குறை அதிகமானால் அது உட்சவ்வூடு பரவலை (எண்டாஸ்மாஸிஸ்) ஏற்படுத்தும் அதாவது அது ஹைப்போடானிக் கரைசலில் இருந்து நீரை உறிஞ்சிக் கொள்ளும். இதனால் **ரென்னர்** (1935) இதனை **உறிஞ்சு அழுத்தம்** என்று அழைத்தார். உறிஞ்சு அழுத்தம் ஒரு செல்லில் சவ்வூடுபரவல் அழுத்தத்திற்கும் மற்றும் விறைப்பழுத்தத்திற்கும் இடையே உள்ள வேறுபாட்டிற்கு சமமாக இருக்கும். கீழ்க்கண்ட மூன்று சூழ்நிலைகள் தாவரங்களில் காணப்படுகின்றன.

- **இயல்பான செல்லில் பரவல் அழுத்தப் பற்றாக்குறை:**

பரவல் அழுத்தப் பற்றாக்குறை = சவ்வூடுபரவல் அழுத்தம் – விறைப்பு அழுத்தம்.

11th_BIO-BOTANY_CH 11-TM.indd 222 12/10/2021 10:34:22 AM

- **ஒரு முழுமையான விறைப்புத் தன்மை பெற்ற செல்லில் பரவல் அழுத்தப் பற்றாக்குறை:**

முழுமையான விறைப்புத் தன்மை கொண்ட செல்லில் சவ்வூடு பரவல் அழுத்தமானது எப்போதும் விறைப்பு அழுத்தத்திற்குச் சமமாக இருக்கும்.

சவ்வூடுபரவல் அழுத்தம் = விறைப்பு அழுத்தம் அல்லது சவ்வூடுபரவல் அழுத்தம் - விறைப்பு அழுத்தம் = 0. இதன் காரணமாக ஒரு முழுமையான விறைப்புத் தன்மை பெற்ற செல்லில் பரவுதல் அழுத்தப் பற்றாக்குறை எப்பொழுதும் பூஜ்ஜியமாக இருக்கும்.

- **நெகிழ்வான செல்லில் பரவல் அழுத்தப் பற்றாக்குறை:**

நெகிழ்வான செல்லில் விறைப்பழுத்தம் காணப்படாததால் விறைப்பழுத்தம் பூஜ்ஜியம். எனவே பரவுதல் அழுத்தப் பற்றாக்குறை = சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம்.

11.3.6. சவ்வூடுபரவல் (ஆஸ்மாஸிஸ்)

ஆஸ்மாஸிஸ் (லத்தீன்: ஆஸ்மாஸ் = உந்துவிசை) அல்லது சவ்வூடு பரவல் என்பது ஒரு சிறப்பு வகையான பரவல் ஆகும். ஒரு தேர்வு செலுத்து சவ்வின் வழியாக நீர் அல்லது கரைப்பான் மூலக்கூறுகள் அதன் அடர்வு அதிகமான (அதிகமான நீரியல் திறன்) பகுதியிலிருந்து அடர்வு குறைவான (குறைந்த நீரியல் திறன்) பகுதிக்கு செல்வது ஆஸ்மாஸிஸ் அல்லது சவ்வூடு பரவல் எனப்படும்.

செறிவின் அடிப்படையில் கரைசலின் வகைகள்

அ. ஹைப்பர்டானிக் (ஹைப்பர் = அதிகம்; டானிக் = கரைபொருள்) : *இது செறிவு மிகுந்த கரைசல் (குறைவான கரைப்பான் / குறைவான Ψ). பிற கரைசலிடமிருந்து நீரை ஈர்த்துக் கொள்ளும் தன்மை கொண்டது.*

ஆ. ஹைப்போடானிக் (ஹைப்போ = குறைவு; டானிக் = கரைபொருள்) : *இது செறிவு குறைந்த கரைசல் (அதிகமான கரைப்பான் / அதிகமான Ψ). பிற கரைசல்களுக்கு நீரை வழங்கும் தன்மை கொண்டது (படம் 11.7).*

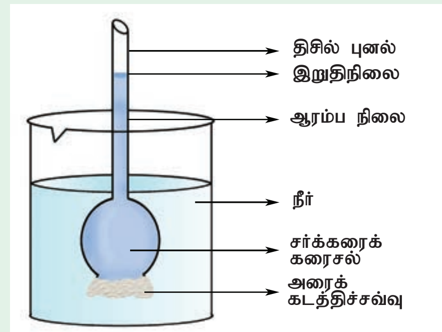
இ. ஐசோடானிக் (ஐசோ = சமமான ; டானிக் = கரைபொருள்) : *இது ஒத்த அடர்வுள்ள இரு கரைசல்களை குறிப்பதாகும். இந்நிலையில் இருபுறமும் கரைபொருள் சம அளவில் இருப்பதால் நீர் மூலக்கூறின் நிகர ஓட்டம் பூஜ்ஜியமாக இருக்கும்.*

ஹைப்பர், ஹைப்போ மற்றும் ஐசோடானிக் ஆகிய தொடர்புடைய சொற்கள் பிற கரைசல்களுடன் ஒப்பிடுவதற்காகவே பயன்படுகிறது

சவ்வூடுபரவலின் வகைகள்

ஒரு சவ்வூடு பரவல் அமைப்பிற்குள் நீர்மூலக்கூறுகள் அல்லது கரைப்பான் செல்லும் திசையின் அடிப்படையில் இரு வகையான சவ்வூடு பரவல் நடைபெறுகிறது. அவை **உட்சவ்வூடு பரவல்** *(எண்டாஸ்மாசிஸ்) மற்றும்* **வெளிச்சவ்வூடு பரவல்** *(எக்ஸாஸ்மாஸிஸ்).*

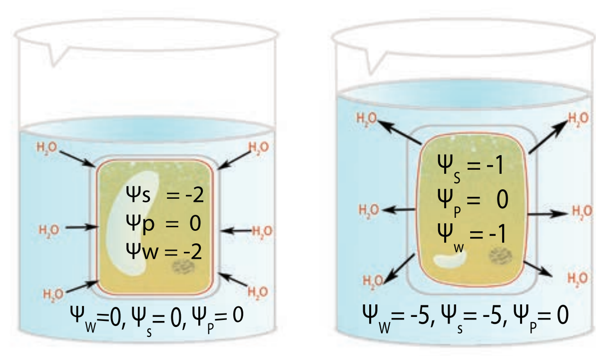
சவ்வூடு பரவல் – செயல்முறை விளக்கம்



படம் 11.6: திசில் புனல் பரிசோதனை

ஒரு திசில் புனலின் வாயினை ஆட்டுச் சவ்வினால் கட்ட வேண்டும். இது அரை கடத்திச் சவ்வாக செயல்படும். இதில் அடர்வு மிக்க சர்க்கரைக் கரைசலினை ஊற்றி அதன் ஆரம்ப அளவினை குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். பின் இவ்வமைப்பினை ஒரு நீர் நிறைந்த பீக்கருள் வைக்க வேண்டும். சிறிது நேரம் கழித்து திசில் புனலில் நீர்மட்டம் உயர்ந்திருப்பதைக் காணலாம். இதற்குக் காரணம் நீர் மூலக்கூறுகள் அரைக் கடத்திச் சவ்வு வழியாக பரவல் மூலம் உள் நுழைவதே (படம் 11.6).

இதே போல பீக்கரில், நீருக்கு பதிலாக சர்க்கரை கரைசலும் திசில் புனலில் சர்க்கரைக் கரைசலுக்கு பதிலாக நீரையும் நிரப்பினால் என்ன நிகழும்?



ஹைப்போடானிக் கரைசல் ஹைப்பர்டானிக் கரைசல்

படம் 11.7: செறிவின் அடிப்படையில் கரைசலின் வகைகள்

1) உட்சவ்வூடு பரவல் அல்லது எண்டாஸ்மாசிஸ்: *தூய நீரில் அல்லது ஹைப்போடானிக் கரைசலில் வைக்கப்பட்ட செல் அல்லது ஒரு ஆஸ்மாட்டிக் அமைப்பிற்குள் கரைப்பான் மூலக்கூறுகள் உட்செல்வது எண்டாஸ்மாசிஸ் அல்லது உட்சவ்வூடு பரவல் எனப்படும்.*

எடுத்துக்காட்டாக உலர்ந்த திராட்சைகளை (அதிக கரைபொருள் மற்றும் குறைந்த கரைப்பான்) நீரில் வைக்கும்போது அவை பெருக்கமடைந்து விறைப்பு அழுத்தம் அடைவது.

***2)* வெளிச்சவ்வூடு பரவல் அல்லது எக்ஸாஸ்மாசிஸ்:** *ஹைப்பர்டானிக் கரைசலில் வைக்கப்பட்ட செல் அல்லது ஆஸ்மாட்டிக் அமைப்பிலிருந்து நீர் மூலக்கூறுகள் வெளியேறுவது எக்ஸாஸ்மாசிஸ் அல்லது வெளிச்சவ்வூடு பரவல் எனப்படும்.தாவரசெல்லில்ஏற்படும்எக்ஸாஸ்மாசிஸ் உயிர்மச் சுருக்கத்தினை (பிளாஸ்மோலைசிஸ்) ஏற்படுத்தும்.*

பிளாஸ்மா சிதைவு (பிளாஸ்மோலைசிஸ் – பிளாஸ்மா = சைட்டோபிளாசம்; லைசிஸ் = அழிதல்)

ஒரு தாவர செல்லினை ஹைப்பர்டானிக் கரைசலில் வைக்கும்போது, நீர் மூலக்கூறுகள் செல்லில் இருந்து வெளிச்சவ்வூடு பரவல் காரணமாக வெளியேறுகிறது. நீர் மூலக்கூறுகள் வெளியேறுவதால் செல்லின் புரோட்டோபிளாசம் சுருங்கி செல் சவ்வானது செல் சுவரிலிருந்து விடுபட்டு செல்லானது நெகிழ்ச்சி நிலையினை அடைகிறது. இதுவே **பிளாஸ்மா சிதைவு** எனப்படுகிறது.

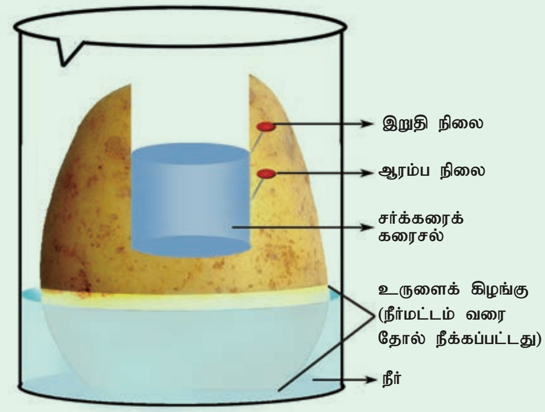
தாவரங்களுக்கு நீர் பற்றாக்குறையினால் வாடல் ஏற்படுவது பிளாஸ்மா சிதைவின் அறிகுறியாகும். மூன்று விதமான பிளாஸ்மா சிதைவுகள் தாவரங்களில் காணப்படுகின்றன. அவை **அ) ஆரம்ப நிலை பிளாஸ்மா சிதைவு ஆ) உறுதி நிலை பிளாஸ்மா சிதைவு இ) இறுதி நிலை பிளாஸ்மா சிதைவு.** இவற்றுக்கிடையேயான வேறுபாடுகள் கீழ்க்கண்டவாறு அட்டவணைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

முக்கியத்துவம்: பிளாஸ்மா சிதைவு உயிருள்ள செல்களுக்கு மட்டுமேயான பண்பாவதால் இதன் மூலம், செல் உயிருள்ளதா அல்லது உயிரற்றதா? என்பதை அறியலாம்.

பிளாஸ்மா சிதைவு மீட்சி (Deplasmolysis)

உயிர்மச் சுருக்கத்தினால் பாதிப்படைந்த செல்லினை நீர் அல்லது ஹைப்போடானிக் கரைசலில்

உருளைக் கிழங்கு ஆஸ்மாஸ்கோப்

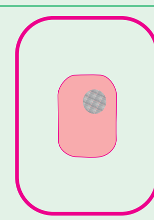


படம் 11.8: உட்சவ்வூடுபரவலை விளக்கும் உருளைக்கிழங்கு ஆஸ்மாஸ்கோப் சோதனை

1. உருளைக் கிழங்கில் கத்தியின் உதவியால் ஒரு குழியினை உண்டாக்க வேண்டும்
2. இக் குழியில் அடர் சர்க்கரை கரைசலை நிரப்பி அதன் ஆரம்ப அளவினை குறிக்க வேண்டும்
3. இந்த அமைப்பினை ஒரு தூய நீர் நிரம்பிய பீக்கரில் வைக்க வேண்டும்
4. 10 நிமிடங்கள் கழித்து சர்க்கரை கரைசலின் அளவினை உற்று நோக்கி அதன் அளவினை மீண்டும் குறிக்க வேண்டும் (படம் 11.8).
5. சோதனை முடிவுகளை ஆசிரியரிடம் கலந்தாய்வு செய்ய வேண்டும்

மேற்கண்ட சோதனையினை உருளைக் கிழங்கிற்கு பதிலாக பீட்ரூட் அல்லது சுரைக்காயினை வைத்து செய்து பார்த்து அதன் முடிவுகளை ஒப்பிட்டு விவாதிக்கவும்.

அட்டவணை 11.2:

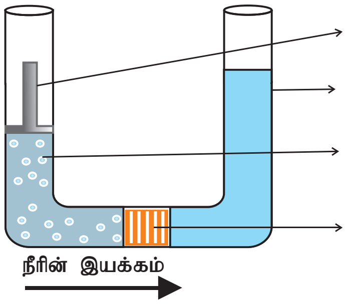
ஆரம்ப நிலை பிளாஸ்மா சிதைவு	உறுதி நிலை பிளாஸ்மா சிதைவு	இறுதி நிலை பிளாஸ்மா சிதைவு
தாவரங்களின் புறத்தோற்றத்தில் எவ்வித மாறுபாடும் தெரிவதில்லை	இலைகளில் வாடல் தோன்றுகிறது	தீவிரமான வாடலும் அதைத் தொடர்ந்து இலைகள் தொங்கு நிலை ஏற்படும்
செல்லில் செல் சுவரின் முனைப் பகுதிகளில் மட்டும் பிளாஸ்மா சவ்வு விடுபடுகிறது	பிளாஸ்மா சவ்வு முழுமையாக செல் சுவரில் இருந்து பிரிகிறது	பிளாஸ்மா சவ்வு முழுமையாக செல் சுவரில் இருந்து பிரிவதோடு மட்டுமின்றி அதிகபட்ச சுருக்கத்தினை அடைகிறது
மீள் தன்மை உடையது	மீள் தன்மை உடையது	மீள் தன்மை அற்றது
		

11th_BIO-BOTANY_CH 11-TM.indd 224 12/10/2021 10:34:26 AM

வைக்கும்போது மீள் நிலை அடைந்து செல் விறைப்புத் தன்மை அடைகிறது. உட் சவ்வூடு பரவல் காரணமாக செல் அதன் இயல்பான வடிவம் மற்றும் அளவினை மீண்டும் பெறுகிறது. உயிர்மச் சுருக்கம் அடைந்த செல் மீளவும் அதன் பழைய நிலையினை அடையும் இந்நிகழ்வே பிளாஸ்மா சிதைவு மீட்சி என்றழைக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டு: உலர் திராட்சியினைநீரில்வைக்கும்போதுபெருக்கமடைவது.

எதிர் சவ்வூடு பரவல் (Reverse osmosis)

எதிர் சவ்வூடு பரவலின் செயல்முறை சவ்வூடு பரவலைப் போன்றதே ஆனால் இது எதிர் திசையில் நடைபெறும். இதன்படி கரைசலில் ஓர் அழுத்தத்தினை ஏற்படுத்துவதன் மூலமாக நீரானது எதிர் திசையில் செறிவு சரிவு வாட்டத்திற்கு எதிராக செல்கிறது. வழக்கமான சவ்வூடுபரவலில், நீரானது அதிக அடர்வுள்ள இடத்திலிருந்து (தூய நீர் – ஹைப்போடானிக்) குறைவான அடர்வுள்ள இடத்திற்கு (உப்பு நீர் – ஹைப்பர்டானிக்) செல்லும். ஆனால் பின்னோக்கிய சவ்வூடு பரவலில் நீர் மூலக்கூறுகள் குறைவான அடர்வுள்ள இடத்திலிருந்து (உப்பு நீர்–ஹைப்பர்டானிக்) அதிக அடர்வுள்ள இடத்திலிருந்து (தூய நீர் - ஹைப்போடானிக்) தேர்வு கடத்து சவ்வின் வழியாக செல்லும் (படம் 11.9).



படம் 11.9: எதிர் சவ்வூடு பரவல்

பயன்கள்: குடிநீர் சுத்திகரிப்பிற்கும் கடல் நீரை குடிநீராக்குவதற்கும் பின்னோக்கிய சவ்வூடுபரவல் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

நீங்கள் கற்றதை சோதித்தறிக.

புறணி செல்களில் உள்ள பரவல் அழுத்தப் பற்றாக்குறை 5 வளி என்ற அளவிலும் அதைச் சூழ்ந்துள்ள புறத்தோல் அடித்தோல் செல்களில் உள்ள பரவல் அழுத்தப் பற்றாக்குறை 2 வளி என்ற அளவிலும் இருப்பின் நீர் செல்லும் திசை யாது?

தீர்வு: நீர் மூலக்கூறானது குறைந்த பரவல் அழுத்தப் பற்றாக்குறையிலிருந்து அதிக பரவல் அழுத்தப் பற்றாக் குறையுள்ள இடம் நோக்கிச் செல்லும் எனவே நீர் புறத்தோல் அடித்தோல் செல்களிலிருந்து (2 வளி) புறணி செல்லுக்கு (5 வளி) செல்லும்

11.4 நீரின் உள்ளெடுப்பு

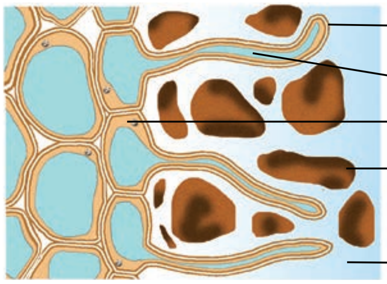
நில வாழ் தாவரங்கள் தங்களின் உறுதித் தன்மைக்காகவும், வளர் சிதை மாற்ற செயல்பாடுகளுக்காகவும் வளர்ச்சிக்காகவும் மண்ணிலிருந்து நீரை உறிஞ்சுகின்றன. மண்ணிலிருந்து நீரின் உள்ளெடுப்பு இரண்டு படிகளில் நடைபெறுகிறது.

1) மண்ணிலிருந்து வேர் தூவிக்கு ஆற்றல்சார் அல்லது ஆற்றல்சாரா தன்மையுடன் உறிஞ்சுதல்.

2) வேர் தூவியில் உறிஞ்சப்பட்ட நீர் பக்கவாட்டு திசையில் இடம்பெயர்ந்து, நீர் செல்லும் பெருவழிச்சாலையான சைலத்தினை அடைதல்.

11.4.1 நீரை உள்ளெடுக்கும் உறுப்புகள்:

வழக்கமாக தாவரங்களில் நீரானது இளம் வேர்களால் உறிஞ்சப்படுகிறது. இவற்றில் உள்ள வேர்த்தூவி மண்டலமே விரைவாக நீரை உறிஞ்சும் பகுதியாகும். வேர் தூவிகள் மென்மையானவை, புதிய வேர்தூவிகளால் மறு உருவாக்கம் செய்யப்படுபவை. புறத்தோல் செல்களின் நீட்சிகளான வேர்தூவிகள் கியூட்டிகள் அற்ற ஒற்றை செல் அமைப்புகளாகும். மிக நுண்ணிய வேர்தூவிகள் எண்ணற்று அமைந்து வேரின் உறிஞ்சு பரப்பினை அதிகரிக்கின்றன (படம் 11.10).



படம் 11.10: வேர்தூவியின் அமைப்பு

11.4.2 வேர் செல்களில் நீர் செல்லும் பாதை

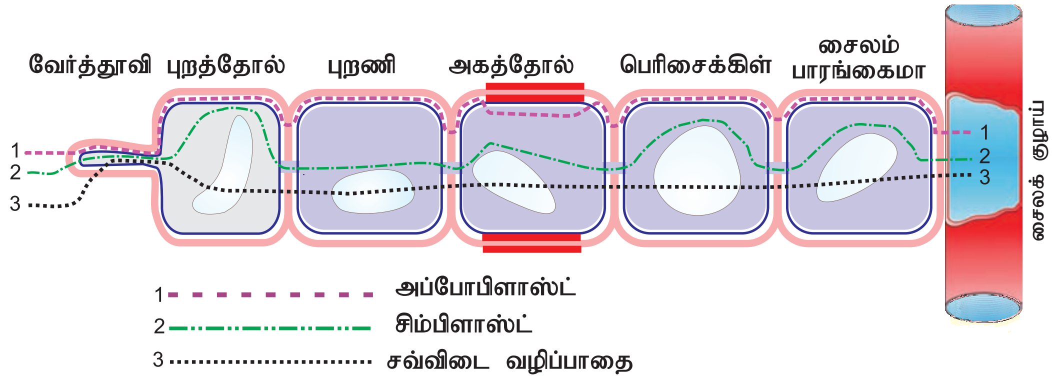
நீரானது முதலில் வேர்தூவி மற்றும் பிற புறத்தோல் செல்சுவரில் நிகழும் உள்ளீர்த்தல் மூலமாக மண்ணிலிருந்து உறிஞ்சப்பட்டு பின்பு சவ்வூடு பரவல் மூலமாக ஆரப்போக்கிலும் மையம் நோக்கியும் புறணி, அகத்தோல், பெரிசைக்கிள் வழியாக சென்று இறுதியாக சைலத்தினை அடைகின்றன.

நீர் மூன்று விதமான வழிகளில் வேருக்குள் செல்கிறது (படம் 11.11). அவை 1) அப்போபிளாஸ்ட் 2) சிம்பிளாஸ்ட் 3) சவ்விடை வழி.

1) புற புரோட்டோபிளாஸ்ட் வழிப்பாதை அல்லது அப்போபிளாஸ்ட் (Apoplast)

அப்போபிளாஸ்ட் (கிரேக்கம்: *அப்போ*= வெளியே; *பிளாஸ்ட்* = செல்) என்பது ஒரு உயிருள்ள செல்லின் பிளாஸ்மா சவ்விற்கு வெளியில் அமைந்த அனைத்தையும் உள்ளடக்கியதாகும். இதில் செல் சுவர், செல்லிடைவெளி மற்றும் சைலக் குழாய்கள் மற்றும் ட்ரக்கீடுகள் போன்ற இறந்த பகுதிகள்

11th_BIO-BOTANY_CH 11-TM.indd 225 12/10/2021 10:34:28 AM



படம் 11.11: வேர் செல்களில் நீர் செல்லும் பாதை

ஆகியவை அடங்கும். அப்போபிளாஸ்டில் நீரானது முழுக்க முழுக்க செல் சுவர் அல்லது தாவரத்தின் உயிரற்ற பகுதி வழியாக எவ்வித சவ்வினையும் கடக்காமல் செல்லும் ஒரு தொடர்ச்சியான அமைப்பாகும்.

2) புரோட்டோபிளாஸ்ட் வழிப்பாதை அல்லது சிம்பிளாஸ்ட் (Symplast)

சிம்பிளாஸ்ட் (கிரேக்கம்: *சிம்*= உள்ளே; *பிளாஸ்ட்* = செல்) என்பது ஒரு தாவரத்தின் அனைத்து உயிருள்ள செல்களில் உள்ள செல்சாறு மற்றும் அச்செல்களை இணைக்கும் சைட்டோபிளாச கால்வாயான பிளாஸ்மாடெஸ்மேட்டா ஆகியவற்றினை உள்ளடக்கியது.

சிம்பிளாஸ்ட் வழியில் நீரானது வெளிப்புறம் அமைந்த வேர் செல்லின் பிளாஸ்மா சவ்வு வழியாக சைட்டோபிளாசத்தினை அடைந்து அங்கிருந்து பிளாஸ்மாடெஸ்மேட்டா வழியாக அருகமைந்த செல்லின் சைட்டோபிளாசத்தினை அடைகிறது. சைட்டோபிளாசத்தில் செல்லும்போது நீர் வாக்குவோலுக்குள் செல்லாமல் அதைச் சுற்றியே செல்கிறது. இதன் மூலம் அதிகப்படியான செல்சவ்வினை கடக்காமல் நீர் இறுதியாக சைலத்தினை அடைகிறது.

3) சவ்விடை வழிப்பாதை (Transmembrane route)

சவ்விடை வழியில் நீரானது படிப்படியாக செல்லில் ஒரு புறம் நுழைந்து மறுபுறம் வெளிவருகிறது. இவ்வழியில் குறைந்தது ஒரு செல்லில் இரண்டு சவ்வுகளை தாண்டியே நீர் செல்கிறது. மேலும் நீர் டோனோபிளாஸ்டுக்குள்ளும் செல்லும்.

11.4.3 நீர் உள்ளெடுப்பின் செயல்முறைகள் (Mechanism of Water Absorption)

க்ராமர் *(1949)* தன்னிச்சையாக இயங்கும் இரு வகையான நீர் உறிஞ்சும் செயல்முறைகளை வகைப்படுத்தியுள்ளார். அவை 1) ஆற்றல்சார் உள்ளெடுப்பு மற்றும் 2) ஆற்றல்சாரா உள்ளெடுப்பு

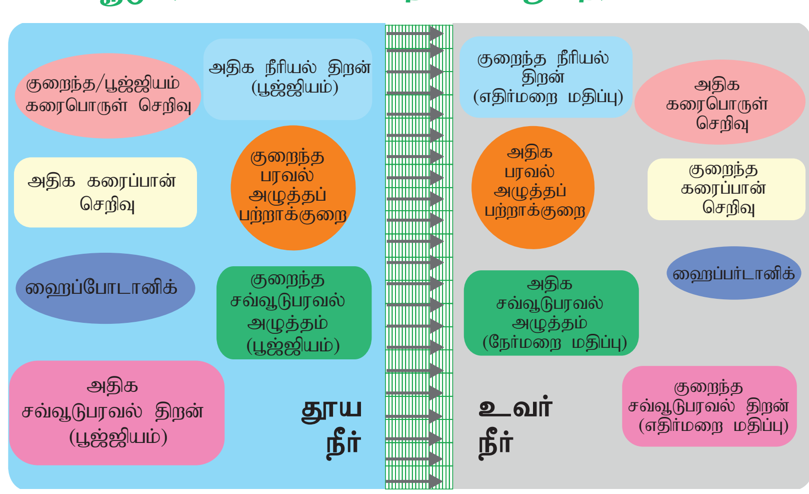
1) ஆற்றல்சார் உள்ளெடுப்பு

இவ்வகை நீர் உள்ளெடுப்பில் விசையானது வேர்களின் மூலம் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. ஆற்றல்சார் உள்ளெடுப்பு சவ்வூடு பரவல் முறையிலோ அல்லது சவ்வூடுபரவலற்ற முறையிலோ நடைபெறலாம்.

அ) சவ்வூடு பரவல் மூலம் ஆற்றல்சார் உள்ளெடுப்பு

அட்கின்ஸ் *(1916)* மற்றும் ***பிரிஸ்ட்லீ*** *(1923)* ஆகியோரால் சவ்வூடு பரவல் மூலம் ஆற்றல்சார் உள்ளெடுப்பு கொள்கை முன்மொழியப்பட்டது. இதன்படி, நீர் உறிஞ்சுதலில் முதல்கட்டமாக நில நீரானது வேர்தூவிகளின் செல்சுவரால் உள்ளீர்க்கப்பட்டு பின் சவ்வூடு பரவல் முறையில் உட் செல்கிறது. நில நீரானது ஹைப்போடானிக் நிலையிலும் செல் சாறானது ஹைப்பர்டானிக் நிலையிலும் இருப்பதால் நில நீரானது செறிவு சரிவுவாட்டம் காரணமாக வேர்தூவிக்குள் ஊடுறுவுகிறது (எண்டாஸ்மாஸிஸ்). இதனால் வேர் தூவி செல் விறைப்பழுத்த நிலையினையும் ஹைப்போடானிக் நிலையினையும் அடைவதால் நீரானது வெளிப்புற புறணி செல்களுக்கு

கருத்து வரைபடம்: பல்வேறு காரணிகளின் அடிப்படையில் சவ்வூடு பரவல் அமைப்பில் நடைபெறும் நீரின் இயக்கம்



சவ்வூடுபரவல் முறையில் செல்கிறது. இதே முறையில் நீரானது உட்புற புறணி, அகத்தோல், பெரிசைக்கிள் வழியாக சென்று இறுதியாக புரோட்டோசைலத்தினை அடைகிறது. இவ்வாறு புரோட்டோசைலத்தை நீர் அடைந்து அங்கு ஓர் அழுத்தம் ஏற்படுகிறது. இதுவே **வேர் அழுத்தம்** எனப்படும். இக்கொள்கையின்படி நீரானது சிம்பிளாஸ்ட் முறையில் இடம்பெயர்கிறது.

சவ்வூடு பரவல் கொள்கைக்கான எதிர்ப்புகள்:

1. சைலத்தில் உள்ள செல் சாறின் அடர்த்தி எப்பொழுதும் அதிகமாக இருப்பதில்லை.

2. வேர் அழுத்தம் அனைத்து தாவரங்களிலும். குறிப்பாக மரங்களில் காணப்படுவதில்லை

ஆ) சவ்வூடு பரவலற்ற முறையில் ஆற்றல்சார் உள்ளெடுப்பு

பென்னட்-கிளார்க் (1936), **திமான்** (1951) மற்றும் **கிராமர்** (1959) ஆகியோர் வேர்தூவியில் உள்ள செல்சாறின் செறிவு நில நீரின் செறிவினைவிட குறைவாக இருந்தபோதும் நீர் உறுஞ்சுதல் நடைபெறுவதைக் கண்டறிந்தனர். இதற்கு சுவாசித்தல் மூலம் வெளிப்படும் ஆற்றல் (ATP) தேவைப்படுகிறது. எனவே, சுவாசித்தலுக்கும் நீர் உறிஞ்சுதலுக்கும் நேரிடையான தொடர்பு உள்ளது. சுவாசித்தலை தடைசெய்யும் பொருட்களான பொட்டாசியம் சயனைடு (KCN), குளோரோபார்ம் ஆகியவை சுவாசித்தலின் வீதத்தினையும் நீர் உறிஞ்சுதலையும் ஒரு சேர குறைப்பதன் காரணமாக இது புலனாகிறது.

அட்டவணை 11.3: ஆற்றல்சார் உள்ளெடுப்பு மற்றும் ஆற்றல்சாரா உள்ளெடுப்பு–வேறுபாடுகள்

ஆற்றல்சார் உள்ளெடுப்பு	ஆற்றல்சாரா உள்ளெடுப்பு
வேர்கள் மற்றும் வேர்த்தூவியில் தோன்றும் விசையின் காரணமாக ஆற்றல்சார் உறிஞ்சுதல் நடைபெறுகிறது.	இம்முறையில் வேர்களில் நீரை உறுஞ்சுவதற்காக எவ்வித அழுத்தமும் ஏற்படுவதில்லை. எனவே வேர்களுக்கு நீரை உறிஞ்சுவதில் முக்கிய பங்கு இல்லை.
நீராவிப்போக்கு எவ்வித விளைவினையும் ஏற்படுத்துவதில்லை.	நீராவிப்போக்கினால் நீர் உறிஞ்சுதல் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.
நில நீர்க்கரைசலினை விட அதிக பரவல் அழுத்த பற்றாக்குறை வேர்தூவிகளில் இருப்பதால் நீர் உறிஞ்சப்படுகிறது.	நீராவிப்போக்கின் இழுவிசை காரணமாக சைலம் சாறில் அழுத்தம் ஏற்பட்டு நீர் உறிஞ்சப்படுகிறது.
சுவாசித்தல் மூலம் பெறப்படும் ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது.	சுவாசித்தல் மூலம் பெறப்படும் ஆற்றல் தேவைப்படுவதில்லை.
சிம்பிளாஸ்ட் முறையில் நீர் உறிஞ்சப்படுகிறது	சிம்பிளாஸ்ட் மற்றும் அபோபிளாஸ்ட் ஆகிய இரு முறைகளிலும் நீர் உறிஞ்சப்படுகிறது.

2 ஆற்றல்சாரா உள்ளெடுப்பு

ஆற்றல்சாரா உள்ளெடுப்பில் வேர்கள் நேரடியாக பங்கு பெறுவதில்லை. மாறாக நீராவிப்போக்கின் செயல்பாட்டினால் வேர் நீரை உறிஞ்சுகிறது. நீராவிப்போக்கின் காரணமாக இலை செல்களில் நீர் வெளியேறுவதால் அங்கு விறைப்பழுத்தக் குறைபாடு ஏற்படுகிறது. இதனால், இலை செல்களில் ஏற்படும் பரவல் அழுத்தப் பற்றாக்குறையினை ஈடுகட்ட அருகமைந்த சைலம் செல்களில் இருந்து நீர் பெறப்படுகிறது.

மேலும் சைலம் செல்களில் ஏற்படும் இழுவிசை தண்டிலிருந்து வேருக்கு கடத்தப்படுவதால் நீரானது மண்ணிலிருந்து உறிஞ்சப்படுகிறது.

ஆற்றல்சாரா உள்ளெடுப்பில், (அட்டவணை 11.3) நீர் அப்போபிளாஸ்ட் அல்லது சிம்பிளாஸ்ட் முறையில் செல்கிறது. தாவரங்களில் 98% நீரானது இம்முறை மூலமே உள்ளெடுக்கப்படுகிறது.

11.5 சாறேற்றம் (Ascent of Sap)

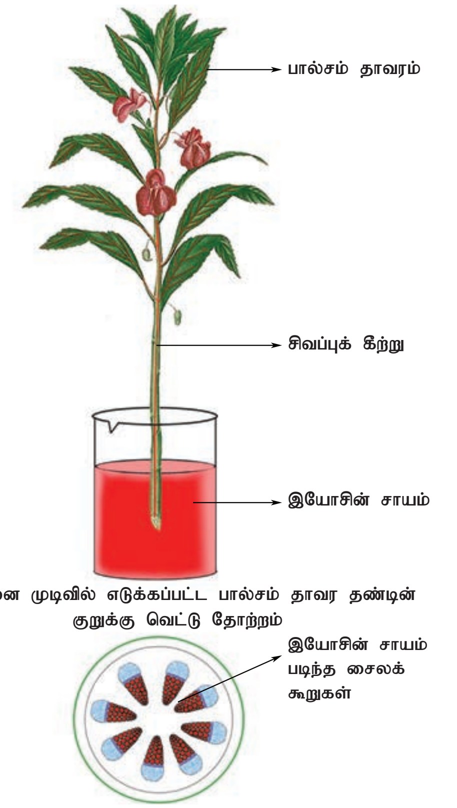
முந்தைய பாடத்தில் நீரானது வேர்கள் வழியாக சைலத்திற்குள் பக்கவாட்டு வழியில் செல்வதை கற்றோம். இப்பாடத்தில் தாவரத்திற்குள் நீர் பகிர்ந்தளிக்கும் இயங்கு முறையினை கற்க உள்ளோம். கிளை நதிகள் அனைத்தும் ஒன்று சேர்ந்து ஓர் ஆற்றை உருவாக்குவது போல, இலட்சக்கணக்கிலான வேர்தூவிகள் துளித்துளியாக நீரை உறிஞ்சி நீர் கடத்தும் பெருவழிச் சாலையான சைலத்தில் ஒன்று சேர்க்கின்றன. அதிகப்படியான நீரினைக் கையாள்வதற்காகவே கட்டமைக்கப்பட்ட சைலமானது நீரினை மேல் நோக்கிய திசையில் தாவரங்களின் அனைத்து பகுதிகளுக்கும் அனுப்புகிறது. இந்த சைலத்திலுள்ள நீரானது வேரின் கரைபொருட்களுடன் சேரும்போது அது **சாறு (Sap)** என்று அழைக்கப்படுகிறது. அதன் மேல் மேலும் அதன்மேல் நோக்கிய கடத்தல் **சாறேற்றம்** என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

11.5.1 சாறேற்றத்தின் பாதை

வாஸ்குலக் கற்றைகள் வழியாகவே நீர் செல்கிறது என்பதில் எவ்வித ஐயமும் இல்லை. ஆனால் வாஸ்குலக் கற்றைகளின் இரு முக்கிய கூறுகளான சைலம் மற்றும் ஃபுளோயத்தில், எதன் வழியாக நீர் செல்கிறது என்பதே வினா. கீழ்வரும் சோதனை மூலம் சைலம் வழியாகவே நீர் செல்கிறது என்பதை அறியலாம்.

ஒரு பால்சம் (காசித்தும்பை) தாவரத் தண்டினை இயோசின் எனும் சிவப்பு நிற சாயம் கரைக்கப்பட்ட பீக்கரில் வைக்க வேண்டும். சிறிது நேரம் கழித்து தாவர தண்டில் சிவப்பு நிற சாயம் மேலேறி இருப்பதைக் காணலாம். நீரிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட தாவர தண்டின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தினை

நுண்ணோக்கி வழியாக காணும்போது சைலம் செல்கள் மட்டும் சாயத்தினைப் பெற்றிருப்பதை காணலாம். இது சைலம் வழியாக மட்டுமே நீர் கடத்தப்படுவதை உணர்த்துகிறது. மேலும் ஃபுளோயம் செல்கள் சாயமற்று இருப்பதால் அது சாறேற்றத்தில் ஈடுபடுவதில்லை என்பதும் அறியப்படுகிறது. (படம் 11.12).



படம் 11.12 பால்சம் தாவரத்தில் இயோசின் சாய பரிசோதனை

சாறேற்றத்தின் இயங்கு முறை

மிக உயரமான மரங்களின் மேல் பகுதிவரை நீர் செல்வதற்கு தேவையான ஆற்றல் எவ்வாறு பெறப்படுகிறது என்பதே சாறேற்றத்தின் மிகப்பெரிய சவாலாக உள்ளது.. சாறேற்றத்தின் செயல்முறை தொடர்பாக பல்வேறு கோட்பாடுகள் முன்மொழியப்பட்டுள்ளன. அவை: அ) உயிர்ப்பு விசைக் கோட்பாடுகள் ஆ) வேர் அழுத்தக் கோட்பாடுகள் இ) இயற்பு விசைக் கோட்பாடுகள் ஆகியவை.

11.5.2 உயிர்ப்பு விசைக் கோட்பாடுகள் (Vital Force Theories)

உயிர்ப்பு விசைக் கோட்பாட்டின்படி சாறேற்றத்திற்கு உயிருள்ள செல்கள் கட்டாயமாக தேவை. இதன்படி இரு கொள்கைகள் முன்மொழியப்பட்டுள்ளன

1. காட்லெவிஸ்கியின் ரிலே–பம்ப் கோட்பாடு (1884)

சைலம் பாரங்கைமா மற்றும் மெடுல்லரிக் கதிர் போன்ற உயிருள்ள செல்களில் தொடர்ச்சியாக ஏற்படும் சவ்வூடு பரவல் அழுத்த மாறுபாடு காரணமாக அவை உந்து சக்தியாக செயல்பட்டு நீரை கடத்துகின்றன.

2. ஜே.சி.போஸின் உயிர்த் துடிப்பு கோட்பாடு (1923)

போஸ், **கிரஸ்கோகிராப்** எனும் கருவியினை கண்டுப்பிடித்தார். இது கால்வனாமீட்டரில் இணைக்கப்பட்ட ஒரு மின் உணரியை உள்ளடக்கியது (படம் 11.13). இந்த மின் உணரியினை தண்டின் புறணியில் நுழைக்கும்போது, கால்வனாமீட்டரில் அதிகப்படியான மின்னூட்டம் ஏற்படுவதை எடுத்துக்காட்டினார். இதன்படி தண்டின் உட்புறணி ஒரு உந்து சக்தியாக செயல்பட்டு ஒரு சீரான அலை இயக்கத்தினை ஏற்படுத்தி (இதயம் துடிப்பதை போன்று) சாறேற்றம் நடைபெறுவதாக போஸ் கருதினார். மேலும் சைலத்துடன் இணைந்த செல்கள் இவ்வாறு துடிப்பதன் காரணமாக பக்கவாட்டில் சாறானது சைலத்திற்குள் செல்வதை அவர் விளக்கினார்.

படம் 11.13: ஜே.சி. போஸ்

உயிர்ப்பு விசைக் கோட்பாட்டின் குறைகள்:

1) **ஸ்ட்ராஸ்பர்கர்** (1889) மற்றும் **ஓவர்டன்** (1911) ஆகியோர் சாறேற்றத்திற்கு உயிருள்ள செல்கள் அவசியமில்லை என நிரூபித்தனர். இதற்காக முதிர்ந்த ஒக் மரத்தினை **பிக்ரிக் அமிலத்தில்** மூழ்கச் செய்தும் அதிகப்படியான வெப்பநிலைக்கு உட்படுத்தியும் மரத்திலுள்ள உயிருள்ள செல்களை மடியச் செய்தனர். பின்பு இம் மரத்துண்டினை நீரில் வைத்தபோது சாறேற்றம் தடையின்றி நடைபெற்றது.

2) உயிருள்ள செல்களில் அழுத்து விசையானது இரு சைலக்கூறுகளின் இடையே (நீள் வாக்கில்) நடைபெற வேண்டும் ஆனால் இக்கோட்பாடு பக்கவாட்டில் நடப்பதாக கூறுகின்றது.

11.5.3 வேர் அழுத்தக் கோட்பாடு (Root Pressure Theory)

நன்கு நீர் ஊற்றி வளர்க்கப்பட்ட தாவரத்தினை தரைமட்டத்திலிருந்து சில அங்குல உயரத்தில்

11th_BIO-BOTANY_CH 11-TM.indd 228 12/10/2021 10:34:32 AM

துண்டிக்கும்போது, துண்டிக்கப்பட்ட பகுதியிலிருந்து சிறிது விசையுடன் நீர் வருவதைக் காணலாம். இது **நீர்வடிதல்** எனப்படும். தாவர செயலியலின் தந்தையான **ஸ்டீபன் ஹேல்ஸ்** இதனைக் கண்டறிந்து **"வேர் அழுத்தம்"** என்ற சொல்லை பயன்படுத்தினார். வேர் அழுத்தத்தினை **ஸ்டாக்கிங்** (1956) பின்வருமாறு வரையறை செய்தார் "வேர்களில் நடைபெறும் வளர்சிதை மாற்ற செயல்பாடுகளின் காரணமாக சைலக் கூறுகளில் உருவாகும் அழுத்தமே வேர் அழுத்தம் எனப்படும்". ஆனால் பின்வரும் கருத்துக்கள் வேர் அழுத்தக் கோட்பாட்டிற்கு எதிராக எழுப்பப்பட்டன.

1) மிக உயர்ந்த தாவரங்களைக் கொண்ட ஜிம்னோஸ்பெர்ம்களில் வேர் அழுத்தம் என்பது அறவே இல்லை.

2) வேர் அழுத்தத்திற்கும் சாறேற்றத்திற்கும் எவ்விதத் தொடர்பும் இல்லை. எடுத்துக்காட்டாகக் கோடைகாலத்தில் நீராவிப்போக்கின் காரணமாகச் சாறேற்றம் அதிகமாக இருக்கும். ஆனால் வேர் அழுத்தம் குறைவாக இருக்கும். இதேபோன்று குளிர்காலத்தில் சாறேற்றத்தின் அளவு குறைவாகவும் வேர் அழுத்தம் அதிகமாகவும் இருக்கும்.

3) வேர்கள் இல்லாத நிலையிலும் சாறேற்றம் நடைபெறும்.

4) வேர் அழுத்தத்தின் உயர்ந்தபட்ச அளவீடு 2 வளி. இதனைக் கொண்டு நீரைச் சில அடிதூரம் மட்டுமே மேலேற்றமுடியும்.ஆனால் 100 மீட்டருக்கும் அதிகமான உயர்ந்த மரங்கள் உள்ளன.

11.5.4 இயற்பு விசைக் கோட்பாடு (Physical Force Theory)

இயற்பு விசைக்கோட்பாட்டின்படி சாறேற்றமானது இறந்த சைலக் குழாய்கள் வழியாக இயற்பிய தன்மையில் நடைபெறுவதாகும். இதில் உயிருள்ள செல்கள் எவ்விதத்திலும் பங்கேற்பதில்லை.

1. தந்துகிக் குழாய் கோட்பாடு

போயம் (1809) என்பார் சைலக்குழாய்கள் தந்துகிக் குழாய்கள் போன்று செயல்படுகின்றன என முன்மொழிந்தார். இயல்பான வளிமண்டல அழுத்தத்தில் சைலக்குழாய்களில் ஏற்படும் தந்துகித் தன்மை காரணமாகச் சாறேற்றம் நடைபெறுகிறது. ஆனால் இத்தந்துகி விசையினால் அதிகபட்சமாகக் குறிப்பிட்ட உயரம் மட்டுமே நீரைச் செலுத்த முடியும் என்பதால் இக்கோட்பாடு ஏற்றுக்கொள்ளப்படவில்லை. மேலும் தந்துகிக் கொள்கைக்கு எதிராகக் குறைந்த அகலம் கொண்ட ட்ரக்கீடுகளைவிட, அதிக அகலம் கொண்ட சைலக் குழாய்களே நீரை அதிகம் கடத்துகின்றன.

2. உள்ளீர்ப்பு கோட்பாடு

உங்கர் (1876) என்பவரால் முன்மொழியப்பட்ட இக்கோட்பாட்டினைச் **சாக்ஸ்** (1878) என்பவர் ஆதரித்தார். இதன்படி நீரானது செல்லின் உட்பகுதியின் தொடர்பின்றிச் செல்சுவரால் மட்டுமே உள்ளீர்க்கப்படுகிறது. ஆனால் வளையச் சோதனையின் முடிவின்படி நீரானது செல்லின் உட்பகுதி வழியாகவே செல்வதும் இதில் செல்சுவருக்கு எவ்விதத் தொடர்பும் இல்லாததும் நிரூபணமானதால் இக்கொள்கை நிராகரிக்கப்பட்டது.

3. கூட்டிணைவு இழுவிசை அல்லது கூட்டிணைவு நீராவிப்போக்கு இழுவிசைக் கோட்பாடு

கூட்டிணைவு இழுவிசைக் கோட்பாட்டினை **டிக்ஸன்** மற்றும் **ஜாலி** (1894) ஆகியோரால் முன்மொழியப்பட்டு மீளவும் டிக்ஸனால் (1914, 1924) பரிந்துரைக்கப்பட்டது. இக்கோட்பாடு கீழ்க்கண்ட அம்சங்களின் அடிப்படையில் அமைந்தது .

அ) நீரின் அதிகபட்சக் கூட்டிணைவு விசை அல்லது இழுவிசைத் திறன்

நீர் மூலக்கூறுகள் தங்களுக்குள் வலிமையான ஈர்ப்பு விசையினால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. இதற்குக் **கூட்டிணைவு** என்று பெயர். இதன் காரணமாக நீர் மூலக்கூறுகள் எளிதில் பிரிவதில்லை. மேலும் நீர் மூலக்கூறுகள் சைலக்கூறுகளின் சுவருடன் ஈர்ப்பு விசையின் காரணமாக ஒட்டிக்கொண்டுள்ளன. இதற்கு **ஒட்டிணைவு** என்று பெயர். மேற்கண்ட கூட்டிணைவு மற்றும் ஒட்டிணைவு விசைகளின் ஒருங்கிணைந்த செயல்பாடு காரணமாக உடைபடாத தொடர்ச்சியான நீர் தம்பமானது சைலத்தினுள் உருவாகிறது. கூட்டிணைவின் அதிகப்படியான ஆற்றல் (350 வளி) தேவைக்கும் அதிகமாக இருப்பதால் நீரானது மிக உயர்ந்த மரங்களிலும் மேலேறுகிறது.

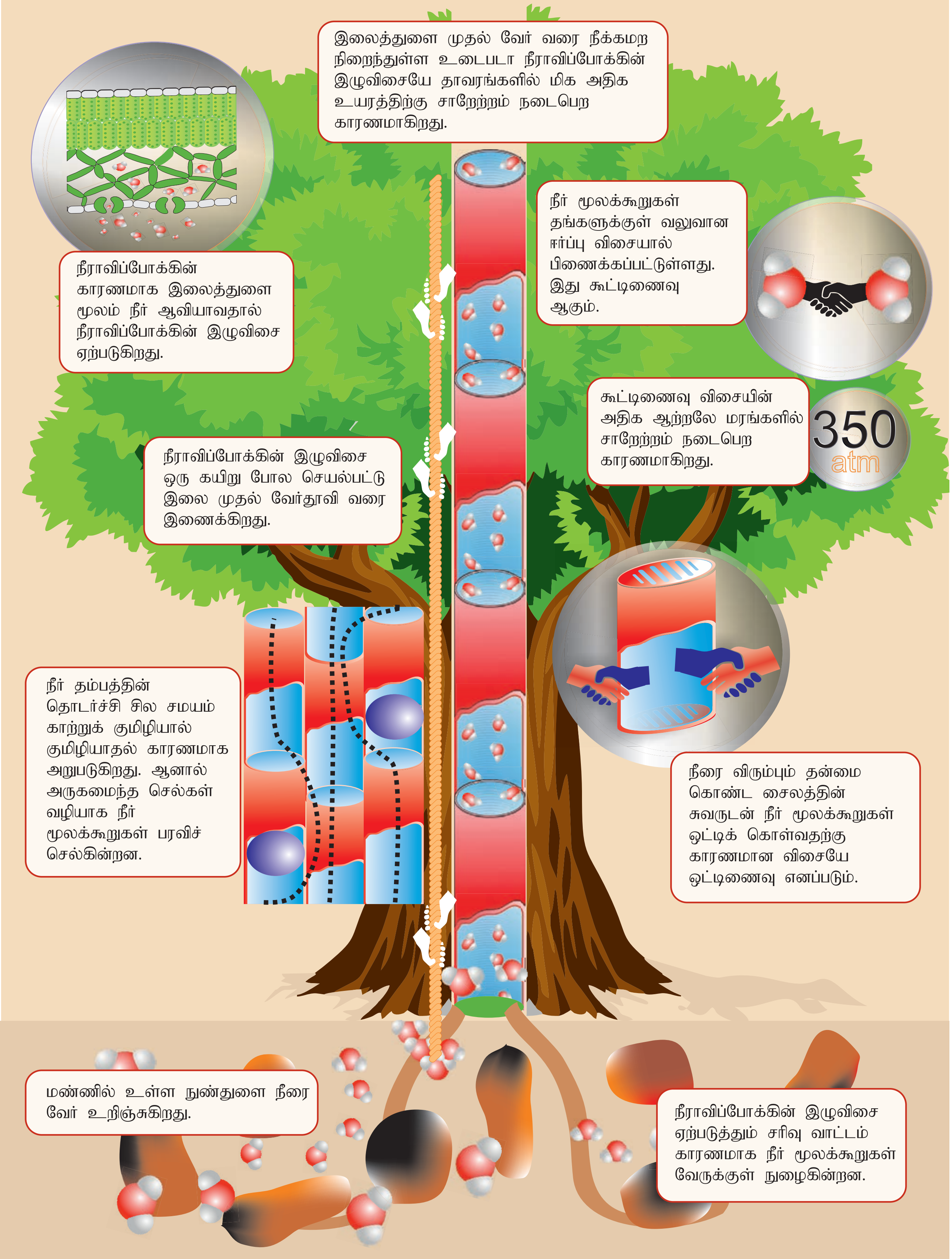
ஆ) நீர் தம்பத்தின் தொடர்ச்சி

காற்றுக் குமிழிகள் சைலத்தினுள் செல்லும்போது அது நீர் செல்வதை அடைத்து நீர் தம்பத்தின் தொடர்ச்சியினை உடைத்துவிடும். இதுபோன்ற வாயுக்குமிழிகள் சைலக்கூறுகளுக்குள் பெரிதாகி நீர் செல்வதைத் தடுப்பதற்கு **"குமிழாதல்"** அல்லது **"காற்றடைப்பு"** என்று பெயர். ஆனால் நீரானது அருகமைந்த சைலக்கூறுகளுக்கு பரவி நீர்த் தம்பத்தின் தொடர்ச்சியினைப் பராமரிப்பதால் எவ்விதப் பாதிப்பின்றிச் சாறேற்றம் நடைபெறுகிறது.

இ) நீராவிப்போக்கின் இழுவிசை அல்லது உடைபடா நீர்தம்பத்தில் ஏற்படும் அழுத்தம்

வேர் முதல் இலை வரை உள்ள உடைபடா நீர்த் தம்பம் ஒரு கயிறு போலச் செயல்படுகிறது. மேலிருந்து கயிறினை இழுத்தால் மொத்தக் கயிறும் மேலேறும். தாவரங்களில் இதுபோன்ற

தாவரங்களில் நீர் எவ்வாறு உறிஞ்சப்படுகிறது?



11th_BIO-BOTANY_CH 11-TM.indd 230 12/10/2021 10:34:35 AM

இழுவிசை நீராவிப் போக்கினால் ஏற்படுத்தப்படுகிறது. இது **நீராவிப்போக்கின் இழுவிசை** என்றழைக்கப்படும்.

நீராவிப்போக்கின் விளைவாக இலையிடைச் செல்களிலிருந்து நீர் மூலக்கூறுகள் ஆவியாகி இலைத்துளைக்கு அருகில் உள்ள செல்லிடைவெளிக்கு பரவுகின்றன. பின் இங்கிருந்து நீராவியானது இலைத்துளை வழியாக வெளிச்செல்கிறது. இலையிடைச் செல்களில் ஏற்படும் நீரிழப்பு காரணமாக நீரியல் திறன் குறைகிறது. இந்த நீரியல் திறன் சரிவு வாட்டத்தினையொட்டி ஒரு செல்லிலிருந்து மற்றொரு செல்லுக்கு நீர் இழுக்கப்படுகிறது. ஒரு உடைபடா நீர்தம்பத்தின் உச்சியில் (இலை) ஏற்படும் இந்த இழுவிசை, இலைக்காம்பு, தண்டு வழியாகப் பரவி வேரினை அடைகிறது. இக்கூட்டிணைவு கோட்பாடே இன்றைய தாவரச் செயலியல் நிபுணர்களால் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டுள்ள கோட்பாடாகும்.

11.6 நீராவிப்போக்கு

வேர்களால் உறிஞ்சப்பட்ட நீர் இறுதியில் இலைகளை அடைந்து அங்கிருந்து நீராவியாக வளி மண்டலத்தினை அடைகிறது. உறிஞ்சப்பட்டதில் மிகச்சிறிய அளவிலான (5% ஐ விடக் குறைவு) நீரே தாவரத்தின் வளர்ச்சிக்கும் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

தாவரங்களின் பல்வேறு தரைமேல் பகுதிகளிலிருந்து அதிகப்படியான நீர், ஆவியாக வெளியேறுவதே **நீராவிப்போக்கு** எனப்படும். நீராவிப்போக்கு ஒருவகையான ஆவியாதல் என்றாலும் நீராவிப்போக்கு தாவரங்களுடன் தொடர்புடையது. நீராவிப்போக்கின் அளவு வியக்கத்தக்கது (அட்டவனை 11.4). நீராவிப்போக்கிற்காக சைலத்தின் வழியாக ஒரு நிமிடத்திற்கு 75 செ.மீ. என்ற வேகத்தில் நீரானது மேலேறிச் செல்கிறது.

அட்டவணை 11.4 சில தாவரங்களில் நடைபெறும் நீராவிப்போக்கின் வீதம்

தாவரம்	நீராவிப்போக்கு / நாள் ஒன்றுக்கு
மக்காச்சோளம்	2 லிட்டர்
சூரியகாந்தி	5 லிட்டர்
மேப்பிள் மரம்	200 லிட்டர்
பேரிச்சை மரம்	450 லிட்டர்

செயல்பாடு

பள்ளி வளாகத்தில் இலைகளுடன் கூடிய கிளை உள்ள தாவரத்தினைத் தேர்வு செய்து அக்கிளையினை ஒளிபுகும் பாலித்தின் பையால் மூடி கிளையின் அடிப்புறத்தில் கட்ட வேண்டும். இரண்டு மணி நேரம் கழிந்த பின் நடைபெறும் மாற்றங்களை உற்று நோக்கி ஆசிரியரிடம் விவாதிக்கவும்

11.6.1 நீராவிப்போக்கின் வகைகள் (Types of Transpiration)

கீழ்க்கண்ட மூன்று வகைகளில் நீராவிப்போக்கு நடைபெறுகிறது,

1 இலைத்துளை நீராவிப்போக்கு

இலையின் கீழ்ப்புறத் தோலில் அதிக அளவில் காணப்படும் நுண்ணிய துளைகளே இலைத்துளைகளாகும். தாவரங்களில் இலைத்துளை வழியாகவே மிக அதிக அளவில் (90–95%) நீராவிப்போக்கு நடைபெறுகிறது.

2 பட்டைத் துளை நீராவிப்போக்கு

தாவரங்களில் இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சி நடைபெறுவதன் காரணமாகப் புறத்தோலுக்கு பதிலாக பெரிடெர்ம் உருவாகிறது. தண்டின் உள்ளமைந்த உயிருள்ள செல்களுக்கும் வெளிப்புற வளிமண்டலத்திற்கும் வாயுப்பரிமாற்றம் நடைபெறுவதற்கு ஏதுவாகச் சிறிய லென்ஸ் வடிவத் துளைகள் தண்டின் மேற்பரப்பில் காணப்படுகின்றன. இவையே **லென்டிசெல்** அல்லது **பட்டைத் துளைகள்** எனப்படும். மொத்த நீராவிப் போக்கின் அளவில் 0.1% மட்டுமே பட்டைத்துளை வழியாக நடைபெறுவதால் இது முக்கியத்துவமற்றதாகும்.

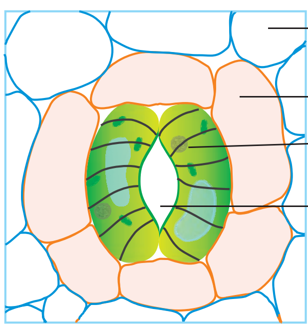
3 கியூட்டிகிள் நீராவிப்போக்கு

தாவரங்களின் இலைகள் மற்றும் தண்டின் புறத்தோலில் காணப்படும் **கியூட்டின்** எனும் கொழுப்பு பொருளால் ஆன மெழுகு அல்லது ரெசின் அடுக்கே **கியூட்டிகிள்** எனப்படும். கியூட்டிகிள் வழியாக மொத்த நீராவிப்போக்கில் மிகச்சிறிய அளவான 5 முதல் 10 சதவீதம் அளவிற்கே நீரிழப்பு நடைபெறுகிறது. வறண்ட நிலத் தாவரங்களில் கியூட்டிகிளின் தடிமன் அதிகரித்துக்காணப்படுவதால் நீராவிப்போக்கின் அளவு குறைந்தோ அல்லது அறவே இல்லாமலோ காணப்படுகிறது.

11.6.2 இலைத் துளையின் அமைப்பு.

இலைகளின் புறத்தோல் மற்றும் பசுமையான தண்டில் காணப்படும் எண்ணற்ற சிறிய துளைகள்

இலைத்துளைகள் எனப்படும். இலைத்துளையின் நீளம் மற்றும் அகலம் முறையே 10–40 மைக்ரான் மற்றும் 3–10 மைக்ரான் ஆகும். முதிர்ந்த இலைகளில் ஒரு சதுர மில்லி மீட்டருக்கு 50 முதல் 500 என்ற எண்ணிக்கையில் இவை காணப்படும். இலைத்துளை இரண்டு காப்பு செல்களால் ஆனது. இவை பிறை நிலா அல்லது சிறுநீரக வடிவத்தில் அமைந்த உயிருள்ள புறத்தோல் செல்களாகும். காப்பு செல்களைச் சுற்றிக் காணப்படும் புறத்தோல் செல்களுக்குத் **துணை செல்கள்** என்று பெயர். காப்புசெல்களின் இரு முனைகள் இணைந்தும் முனைகளுக்கு இடைப்பட்ட பகுதி இணையாமலும் இருப்பதால் துளை வடிவம் உருவாகிறது. காப்பு செல்லின் உட்புறச் சுவர் வெளிப்புறச் சுவரை விட தடித்தது (படம் 11.14). இலைத்துளையின் உட்புறம் காணப்படும் குழி **இலைத்துளை அறை** எனப்படும். இது செல்லிடைவெளிகளுடன் தொடர்பு கொண்டது.



படம் 11.14: இலைத்துளையின் அமைப்பு

11.6.3 இலைத்துளை இயக்கத்தின் செயல்முறைகள்:

காப்பு செல்களில் ஏற்படும் விறைப்பழுத்தமே இலைத்துளை இயக்கத்தினைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. காப்பு செல்களுக்குள் நீர் செல்லும்போது சீரற்ற சுவர் தடிப்பு காரணமாக விரிவடைந்து இலைத்துளை திறக்கிறது. காப்பு செல்லின் வெளிச்சுவர் குவித்தும் இழுபடும் தன்மை கொண்டு இருப்பதால் அது இழுபடு தன்மையற்ற உட்புறச் சுவரினை வெளி நோக்கி இழுப்பதன் மூலம் இலைத் துளை திறக்கிறது.

பல்வேறு வகையான கோட்பாடுகள் இலைத்துளை திறந்து மூடுதலை விவரிக்கின்றன. அவற்றுள் முக்கியமான கோட்பாடுகள் பின்வருமாறு,

1. காப்பு செல்லின் ஒளிச்சேர்க்கை கோட்பாடு
2. தரச– சர்க்கரை இடைமாற்ற கோட்பாடு
3. பொட்டாசியம் அயனியின் செயலூக்கக் கடத்தல் கோட்பாடு

1. காப்பு செல்லின் ஒளிச்சேர்க்கை கோட்பாடு

இலைத்துளைகள் பகலில் திறந்திருப்பதையும் இரவில் மூடுவதையும் **ஃபான் மோல்** (1856) கண்டறிந்தார். இவரின் கூற்றுப்படி காப்புசெல்லில் உள்ள பசுங்கணிகங்கள் பகலில் ஒளிச்சேர்க்கை செய்வதால் சர்க்கரை உற்பத்தி செய்கின்றது. இது காப்பு செல்லின் சவ்வூடுபரவல் அழுத்தத்தினை அதிகரித்து அருகமைந்த செல்களில் இருந்து நீர் உட்புகுந்து இலைத் துளையினைத் திறக்கிறது. இரவில் இதற்கு எதிரான செயல் நடைபெறுவதால் இலைத்துளை மூடுகிறது.

குறைகள்:

அ) காப்பு செல்லில் உள்ள பசுங்கணிகங்கள் முழுமையான வளர்ச்சி அடையாததால் இவற்றால் ஒளிச்சேர்க்கை செய்ய இயலாது.

ஆ) காப்பு செல்லில் இயல்பாகவே சர்க்கரை அதிக அளவு காணப்படும்

2. தரச– சர்க்கரை இடைமாற்ற கோட்பாடு

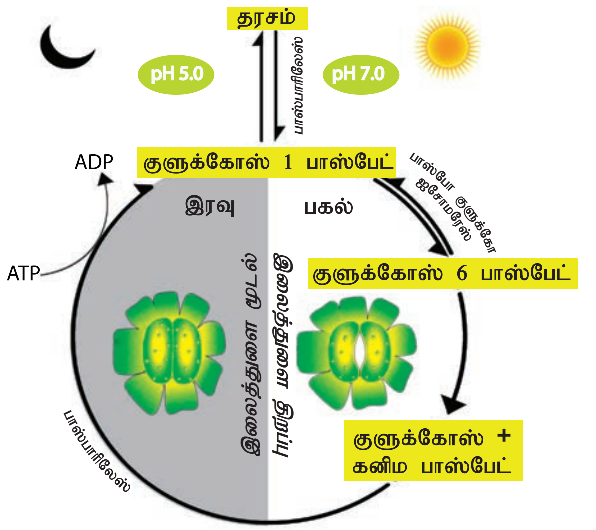
அ) **லாயிட்** (1908) என்பாரின் கூற்றுப்படி, காப்பு செல்லின் விறைப்புத் தன்மை என்பது தரச – சர்க்கரை இடைமாற்றத்தினை சார்ந்தது. இக்கருத்தினை ஆதரித்த **லாப்ட்ஃபீல்ட்** (1921) காப்பு செல்கள் பகலில் திறந்திருக்கும்போது சர்க்கரையும் இரவில் மூடியிருக்கும்போது தரசம் கொண்டிருப்பதையும் கண்டார்.

ஆ) **ஸேயேர்** (1920), இலைத்துளைகள் திறந்து மூடுவதற்கு காப்பு செல்களில் ஏற்படும் அமில-கார (pH) வேறுபாடே காரணம் எனக் கண்டறிந்தார். இவரின் கூற்றுப்படி பகலில் அதிக pH இருப்பதால் இலைத்துளை திறந்தும் இரவில் குறைந்த pH இருப்பதால் இலைத்துளை மூடியும் காணப்படுகிறது. பகலில் கார்பன்டைஆக்சைடானது ஒளிச்சேர்க்கையில் பயன்படுத்தப்படுவதால் pH அளவு உயர்ந்து தரசம் சர்க்கரையாக மாறுகிறது. இச்சர்க்கரையின் அதிகரிப்பு உட்சவ்வூடுபரவலை ஊக்குவித்து விறைப்பழுத்தத்தினை அதிகரிப்பதால் இலைத்துளை திறக்கிறது. இதேபோன்று இரவில் கார்பன் டை ஆக்ஸைடு செல்களில் அதிகரிப்பதால் pH அளவு குறைந்து சர்க்கரை தரசமாக மாற்றமடைகிறது. தரசம் காப்பு செல்லின் விறைப்பழுத்தத்தினைக் குறைப்பதால் இலைத்துளை மூடுகிறது.

இ) தரச-சர்க்கரை கோட்பாட்டிற்கு வலு சேர்க்கும் வகையில் **ஹேன்ஸ்** (1940) என்பவரால் காப்பு செல்லில் **பாஸ்பாரிலேஸ்** நொதி கண்டறியப்பட்டது. பகலில் பாஸ்பாரிலேஸ் நொதி தரசத்தினை நீராற்பகுத்து சர்க்கரையாக மாற்றி pH– அளவை உயர்த்துவதால் உட்சவ்வூடுபரவல் நடைபெற்று இலைத்துளை திறக்கிறது. இரவில் இதற்கு எதிரான செயல் நடைபெறுகிறது.

11th_BIO-BOTANY_CH 11-TM.indd 232 12/10/2021 10:34:37 AM

ஈ) **ஸ்டீவார்ட்** (1964) சற்று மாற்றியமைக்கப்பட்ட தரச-சர்க்கரை இடைமாற்ற கோட்பாட்டினை முன்மொழிந்தார். இதன்படி குளுக்கோஸ்-1-பாஸ்பேட் சவ்வூடுபரவல் தன்மையற்றது. குளுக்கோஸ்-1-பாஸ்பேட்டில் உள்ள பாஸ்பேட்டை நீக்குவதால் அது குளுக்கோஸாக மாறுகிறது. குளுக்கோஸின் சவ்வூடுபரவல் திறன் தன்மையால் காப்பு செல்லினுள் இதன் செறிவு அதிகரித்து இலைத்துளை திறக்கிறது (படம் 11.15).



படம் 11.15: ஸ்டீவார்ட் கோட்பாடு

தரச- சர்க்கரை இடைமாற்ற கோட்பாட்டிற்கான எதிர்ப்புகள்:

1) ஒரு விதையிலைத் தாவரத்தின் காப்புசெல்லில் தரசம் இல்லை.

2) இலைத்துளை திறக்கும்போது சர்க்கரை அதிகரித்துத் தரசம் குறைவதற்கான ஆதாரம் இல்லை.

3) pH-ன் அளவானது 5-லிருந்து 7 ஆக மாறுவதற்குக் காரணம் கார்பன் டை ஆக்ஸைடில் ஏற்படும் மாற்றங்களால்தான் என்பதை இக்கோட்பாட்டால் விளக்க இயலவில்லை.

3. பொட்டாசியம் அயனி கடத்தல் கோட்பாடு

லெவிட் (1974) என்பவரால் வெளியிடப்பட்ட இக்கொள்கையினை **ராஷ்க்** (1975) விளக்கினார். இதன்படி இலைத் துளை திறத்தல் கீழ்க்கண்ட படி நிலைகளை உள்ளடக்கியது.

பகலில்:

அ) காப்பு செல்லில் தரசம் கரிம அமிலமாக (மாலிக் அமிலம்) மாற்றமடைகிறது.

ஆ) காப்பு செல்லில் உள்ள மாலிக் அமிலம் மாலேட் எதிர்மின் அயனியாகவும் புரோட்டானாகவும் (H^+) பிரிகிறது.

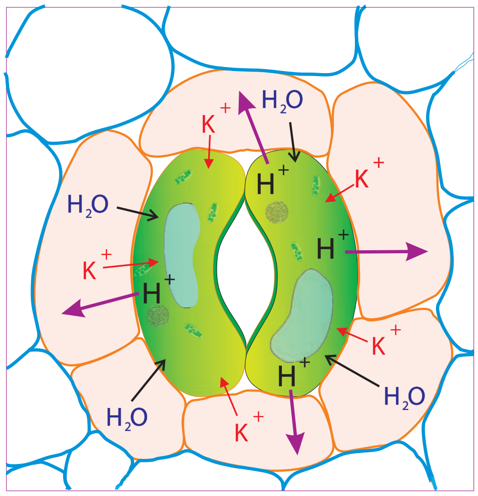
இ) புரோட்டான்கள் சவ்வின் வழியாக அருகமைந்த துணை செல்களுக்கும், துணை செல்களிலிருந்து பொட்டாசியம் அயனிகள் (K^+) காப்பு செல்களுக்கும் பரிமாற்றம் செய்து கொள்கின்றன. இது மின் சரிவு வாட்டத்தின் வழியாக (Electrical Gradient) நடைபெறுவதால் இது **அயனிப்பரிமாற்றம் (Ion Exchange)** எனப்படுகிறது.

ஈ) அயனிப்பரிமாற்றம் ஆற்றல் தேவைப்படும் செயலாதலால் இதற்கு ATP பயன்படுத்தப்படுகிறது.

உ) காப்புசெல்லில் பொட்டாசியம் அயனி மிகுவதால் அதனைச் சமன்படுத்தக் குளோரைடு (Cl^-) அயனி பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதனால் காப்புசெல்லில் கரைபொருள் அடர்த்தி அதிகரித்து நீரியல் திறன் குறைகிறது.

ஊ) இதன் விளைவாகக் காப்பு செல் ஹைப்பர்டானிக் நிலையினை அடைந்து அருகில் அமைந்த செல்களில் இருந்து நீர் உள்ளே நுழைகிறது..

எ) நீர் உட்புகுவதால் விறைப்பழுத்தம் அதிகரித்து இலைத்துளை திறக்கிறது (படம் 11.16).



படம் 11.16: பொட்டாசியம் அயனியின் கடத்தல் கோட்பாடு– இலைத் துளை திறப்பு

இரவில்:

அ) இரவில் ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறுவதில்லை என்றாலும் சுவாசித்தல் தொடர்ந்து நடைபெறுவதால் இலைத்துளை அறையில் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு சேகரமாகிறது.

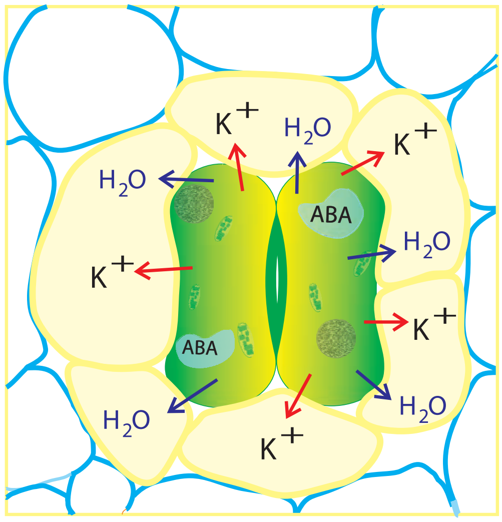
ஆ) இவ்வாறு சேகரமான கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு செல்லுக்குள் pH அளவினைக் குறைக்கிறது.

இ) காப்பு செல்லில் ஏற்படும் குறைவான pH-ம் நீர் பற்றாக்குறையும் நெருக்கடி நிலை ஹார்மோனான **அப்சிசிக் அமிலத்தினை** (ABA) தூண்டுகிறது.

ஈ) அப்சிசிக் அமிலம் துணை செல்களிலிருந்து உள்வரும் பொட்டாசியம் அயனியினைத் தடுத்தும்

முன்பே காப்பு செல்களில் உள்ள பொட்டாசியம் அயனியினை வெளியேற்றவும் செய்கிறது.

உ) இதனால் காப்பு செல்களில் நீரிழப்பு ஏற்பட்டு அதன் விறைப்பழுத்தத்தினை குறைப்பதால் இலைத்துளை மூடுகிறது (படம் 11.17).



படம் 11.17: பொட்டாசியம் அயனியின் கடத்தல் கோட்பாடு– இலைத் துளை மூடல்

11.6.4 நீராவிப்போக்கின் வீதத்தை பாதிக்கும் காரணிகள்

நீராவிப்போக்கின் வீதத்தைப் பாதிக்கும் காரணிகள் இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. அவை 1) வெளிப்புறக் காரணிகள் அல்லது சுற்றுச் சூழல் காரணிகள்

2) உட்புறக் காரணிகள் அல்லது தாவரக் காரணிகள்

1) வெளிப்புறக் காரணிகள் அல்லது சுற்றுச் சூழல் காரணிகள்

அ) வளிமண்டல ஈரப்பதம்: வளிமண்டத்தில் மிகுந்த ஈரப்பதம் இருக்கும்போது நீராவிப்போக்கின் வீதம் வெகுவாகக் குறைகிறது. உலர்ந்த காற்று நீராவிப்போக்கின் வீதத்தை நேர்தகவில் அதிகரிக்கிறது.

ஆ) வெப்பநிலை: வளிமண்டலத்தின் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது நீராவிப்போக்கின் வீதமும் அதிகரிக்கிறது. ஆனால் அதிகப்படியான வெப்பநிலையில் இலைத்துளையின் விறைப்பழுத்தம் குறைவதால் இலைத்துளை மூடப்படுகிறது.

இ) ஒளி: ஒளியின் செறிவு வெப்பநிலையை அதிகரிக்கிறது. வெப்பநிலையினைப் போலவே அதிக ஒளிச் செறிவில் நீராவிப்போக்கு அதிகரித்தும் குறைந்த ஒளிச்செறிவில் நீராவிப்போக்கு குறைந்தும் காணப்படுகிறது. அதிகப்படியான ஒளி செல்சவ்வின் கடத்துத் தன்மையினை அதிகரித்து நீர் மூலக்கூறுகள் செல்லை விட்டு வெளியேறுவதை எளிதாக்குகிறது.

ஈ) காற்றின் திசைவேகம்: காற்று வீசாத நிலையில்இலைத்துளைப் பரப்பிற்கு மேல் நீர் மூலக்கூறுகள் பூரிதத் தன்மையினை அடைந்துள்ளதால் அதிகப்படியான நீர் ஆவியாவதில்லை. காற்று வீசும்போது, இலைப்பரப்பிற்கு மேலுள்ள நீராவிப்படலம் அகற்றப்படுவதால் பரவல் அழுத்தப் பற்றாக்குறை ஏற்பட்டு இலையின் செல்களில் இருந்து நீர் ஆவியாகி நீராவிப்போக்கு அதிகரிக்கிறது. ஆனால் அதிக திசைவேகம் கொண்ட காற்று அதிகப்படியான நீரிழப்பினை ஏற்படுத்தி இலைத்துளை மூடப்படுகிறது. இதனால் நீராவிப்போக்கின் வீதம் குறைகிறது.

உ) வளிமண்டல அழுத்தம்: குறைந்த வளி மண்டல அழுத்தத்தில் நீராவிப்போக்கின் வீதம் அதிகரிக்கிறது. மலைப்பகுதியில் குறைந்த வளி மண்டல அழுத்தம் நிலவுவதால் அங்கு நீராவிப்போக்கின் வீதம் அதிகமாக இருக்க வேண்டும். ஆனால் அங்கு நிலவும் குறைந்த வெப்பநிலை இதனை ஈடுசெய்வதால் நீராவிப்போக்கின் வீதம் கட்டுக்குள் வைக்கப்படுகிறது.

செயல்பாடு

ஒரு தாவரத்தினை மின் விசிறியின் கீழும் மற்றும் குளிர்சாதன அறையிலும் வைத்தால் என்ன நிகழும்?

ஊ) நீர்: தாவரத்தின் இயல்பான வளர்ச்சிக்கு மண்ணில் போதிய அளவு நீர் இருக்க வேண்டும். நீராவிப்போக்கின் காரணமாக ஏற்படும் அதிகப்படியான நீரிழப்பு தாவரங்களுக்கு வாடலை (Wilting) ஏற்படுத்துகிறது. பொதுவாக வாடல் மூன்று வகைப்படும் அவை,

(1) தொடக்க நிலை வாடல்: தாவரச் செல்லில் நீரின் அளவு குறைகிறது. இவ்வகையில் அறிகுறிகள் வெளிப்படையாகத் தெரிவதில்லை

(2) தற்காலிக வாடல்: கடும் கோடையின் பகல்பொழுதில் இளந்தாவரங்களில் ஏற்படும் நீரிழப்பு வாடலை ஏற்படுத்தினாலும் இரவுப் பொழுதில் அவை மீள் நிலையினை அடைகின்றன.

(3) நிரந்தர வாடல்: நீர் உறிஞ்சப்படுதல் நிறுத்தப்படுவதால் தாவரச் செல்களுக்கு நீர் கிடைக்காமல் நிரந்தர வாடல் நிலைக்கு இட்டுசெல்கிறது.

2) உட்புறக் காரணிகள் அல்லது தாவரக் காரணிகள்

அ) இலைப் பரப்பு: இலைப்பரப்பின் அதிகரிப்பு நீராவிப்போக்கினையும் அதிகரிக்கும். எனவே வறண்ட நிலத்தாவரங்களில் இலைப்பரப்பு குறைந்து காணப்படுகிறது.

ஆ) இலையின் அமைப்பு: நீராவிப்போக்கினைக் குறைப்பதற்காக இலையில் புதையுண்ட இலைத்துளைகள், தூவிகள், கியூட்டிகிள், நீர்விரும்பும்

பொருட்களான பசை, மியூசிலேஜ் ஆகிய உள்ளமைப்புகள் காணப்படுகின்றன. இத்தகைய மாற்றங்கள் வறண்ட நிலத் தாவரங்களில் குறிப்பிடத் தகுந்த அளவில் காணப்படுகின்றன. *ஓபன்ஷியா*வில் நீராவிப்போக்கை குறைப்பதற்காக இலைபோன்று அமைந்த தண்டு காணப்படுகிறது. இதற்குப் **பில்லோகிளாடு** என்று பெயர். *ஆஸ்பராகஸ்* தாவரத்தில் வரம்புடைய வளர்ச்சியுடைய தண்டு இலைகள் போன்ற அமைப்புகளிள் காணப்படுகிறது. இது **கிளாடோடு** அல்லது **கிளாடோபில்** எனப்படும். மேலும் சில தாவரங்களில் இலைக்காம்பு தட்டையாகி அகன்று காணப்படும் இது **பில்லோடு** எனப்படும். எடுத்துக்காட்டு: அகேஷியா மெலனோசைலான்.

11.6.5 தாவர நீராவிப்போக்குத் தடுப்பான்கள் (Plant Antitranspirants)

தாவரத்தில் நீராவிப்போக்கினைத் தடுக்கப் பயன்படும் எந்தப் பொருளும் **நீராவிப்போக்குத் தடுப்பான்கள்** எனப்படும்.ஒருசிறந்தநீராவிப்போக்குத் தடுப்பான் தாவரத்தின் வாயுப்பரிமாற்றத்திற்கு எவ்வித ஊறும் விளைவிக்காமல் நீராவிப்போக்கினை தடுக்க வேண்டும். தாவர நீராவிப்போக்குத் தடுப்பான்கள் இரு வகைப்படும்

1) இலைத்துளைக்கு மேல் இயல்சார் தடுப்பான்களாகச் செயல்படுபவை

நிறமற்ற பிளாஸ்டிக், சிலிக்கோன் எண்ணெய் மற்றும் குறைந்த பாகுத்தன்மை மெழுகுகள் ஆகியவற்றை மெல்லிய படலமாக இலையின் மேல் தெளிப்பதால் நீராவிப்போக்கு தடைபடுகிறது. ஆனால் இப்படலம் கார்பன் டை ஆக்ஸைடு மற்றும் ஆக்ஸிஜன் ஆகியவற்றின் ஊடுருவலை தடைசெய்வதில்லை. இயல்சார் தடுப்பான்களின் வெற்றி மிகவும் குறைவான சதவீதமேயாகும்.

2) இலைத்துளை மூடுவதை தூண்டுபவை

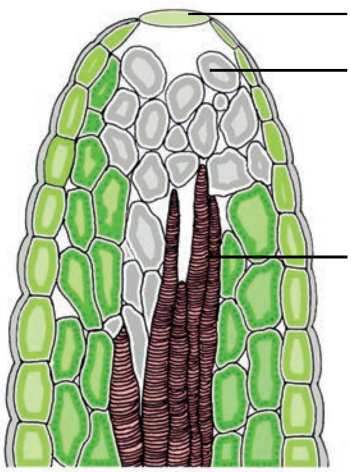
கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு இலைத்துளை மூடலைத் தூண்டுவதால் இது ஒரு இயற்கையான நீராவிப்போக்குத் தடுப்பான் ஆகும். மேலும் இதனைப் பயன்படுத்துவதால் ஒளிச்சுவாசமும் தடைபடுவது கூடுதலான நன்மையாகும். **பினைல் மெர்குரி அசிடேட்டினை** இலையில் தெளிக்கும்போது அது இரண்டு வார காலம் அல்லது கூடுதல் காலத்திற்கு எவ்வித நச்சு பின்விளைவின்றி இலைத்துளையினைப் பகுதி அளவில் மூட வைக்கிறது. **அப்சிசிக் அமிலம்** இலைத்துளை மூடுதலைப் பெருமளவில் தூண்டுகிறது. **டோடிசினில் சக்சினிக் அமிலமும்** இலைத் துளை மூடுதலில் பங்கு வகிக்கிறது.

பயன்கள்:

- நீராவிப்போக்குத் தடுப்பான்கள் பயிர் தாவரங்களில் ஏற்படும் பெருமளவு நீர் இழப்பினைத் தடுக்கிறது.
- நாற்றுப்பண்ணைகளில் மறுநடவு செய்யப் பயன்படுகின்றன.

11.6.6 நீர் வடிதல் (Guttation)

காற்றில் ஈரப்பதம் அதிகமாக இருக்கும்போது நீராவிப்போக்கின் வீதம் வெகுவாகக் குறைகிறது. இந்நிலையில் நீர் உறிஞ்சப்படும்போது தாவரத்தினுள் அதிகப்படியான நீர் சேர்ந்து வேர் அழுத்தத்தினை உருவாக்குகிறது. இந்த அதிகப்படியான நீர் தாவர இலைகளின் விளிம்புகளில் நீராக வடிகிறது. இதுவே **நீர் வடிதல்** எனப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டு: புற்கள், தக்காளி, உருளைக்கிழங்கு, கத்திரி மற்றும் அலோகேஷியா. ஈரப்பதமுள்ள நிழற்பாங்கான பகுதியில் வளரும் தாவரங்களில் காணப்படும் இவ்வகை நீர்வடிதலில் இலைத்துளை போன்ற ஒரு துளை வழியாகவே நீர் வெளியேறுகிறது. இத்துளை **நீர்சுரப்பி** அல்லது **ஹைடதோடு** எனப்படும். இத்துளையினுள் அதிகச் செல்லிடைவெளி கொண்டு பரவலாக அமைந்த செல்கள் காணப்படுகின்றன. இவை **எபிதெம்** எனப்படும் (படம் 11.18). எபிதெம், நரம்புகளின் சைலம் மற்றும் ஃபுளோயம் முடிவில் காணப்படும். ஹைடதோடுகள் வழியாக வரும் நீர் தூய்மையானதல்ல. இது பல்வேறு கரைபொருட்களைப் பெற்ற கரைசலாகும்.



படம் 11.18: ஹைடதோடின் அமைப்பு

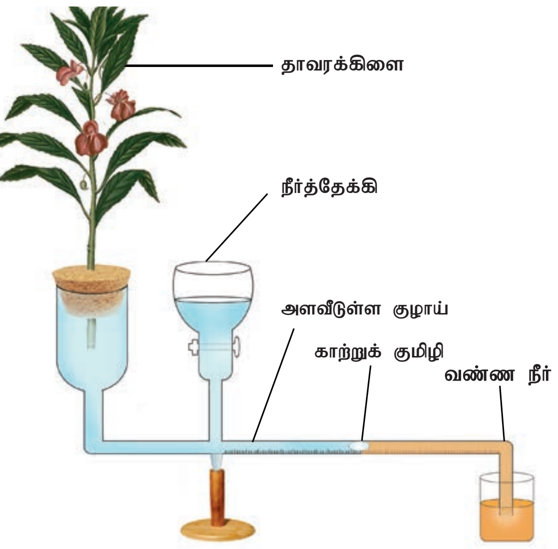
11.6.7 நீராவிப்போக்கினை அளவிடுதல்

1) கேனாங்கின் போட்டோமீட்டர்

கேனாங்கின் போட்டோமீட்டர் நீராவிப்போக்கினை மறைமுகமாக அளவீடு செய்யப் பயன்படுகிறது. இம்முறையில் உறிஞ்சப்படும் நீரின் அளவினை அளப்பதன் மூலமாக ஆவியாகும் நீராவிப்போக்கின் அளவு அனுமானிக்கப்படுகிறது.

ஒரு கிடைமட்டமான குறுகிய குழாயின் இரு முனைகளும் ஒன்றுக்கொன்று எதிராக வளைந்ததாக இக்கருவி அமைந்துள்ளது. ஒருபுறம் உள்ள வளைந்த முனை அகன்றதாகவும் மறுபுறம் உள்ள

வளைந்த முனை குறுகியதாகவும் உள்ளது. இத்துடன் திருகு மறையுடன் கூடிய நீர்தேக்கியானது அகலமான முனைக்கு அருகில் உள்ளது. அகலமான முனையில் ஒரு தாவரக் கிளை அல்லது சிறு தாவரத்தினை பிளவுற்ற ரப்பர் அடைப்பானின் உதவியால் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. கிடைமட்டக் குழாயின் மறுமுனை வண்ண நீர் நிரம்பிய பீக்கருள் மூழ்கியவாறு உள்ளது (படம் 11.19). இக்குறுகிய முனையினுள் காற்றுக் குமிழி தோற்றுவிக்கப்பட்டு இந்த அமைப்பை சூரிய ஒளியில் வைத்து உற்று நோக்க வேண்டும் நீராவிப்போக்கு நடைபெறுவதால் காற்றுக்குமிழ் அகலமான முனையினை நோக்கிச் செல்கிறது. நீராவிப் போக்கினால் ஏற்படும் நீர் இழப்பை ஈடுகட்ட தாவரக் கிளையின் சைலம் மூலம் நீர் உறிஞ்சப்படுகிறது. எனவே நீராவிப்போக்கின் வீதமும் நீர் உறிஞ்சுதல் வீதமும் சமமானது என அறியப்படுகிறது.



படம் 11.19: கேனாங்கின் போட்டோமீட்டர்

2. கோபால்ட் குளோரைடு ($CoCl_2$) தாள் முறை

பசுமையான மேல்கீழ் வேறுபாடுடைய இலை ஒன்றினைத் தேர்வு செய்து அதன் இரு புறத்தினையும் உலர்ந்த பஞ்சியினைக் கொண்டு சுத்தம் செய்ய வேண்டும். இலையின் இரு புறத்தையும் உலர்ந்த கோபால்ட் குளோரைடு காகிதத் துண்டினால் மூடி அதன் மேல் கண்ணாடித் துண்டுகளை அசையாதவாறு பொருத்த வேண்டும். இந்த அமைப்பினை சிறிது நேரம் இடையூறின்றி வைக்கும்போது இலையின் அடிப்புறத்தோலில் உள்ள கோபால்ட் குளோரைடு தாள் இளஞ்சிவப்பு நிறமாக மாறியுள்ளதைக் காணலாம். இதற்குக் காரணம் இலைத்துளை வழியாக வரும் நீராவியினால் கோபால்ட் குளோரைடு தாள் நீரேற்றம் ($CoCl_2.2H_2O$ அல்லது $CoCl_2.4H_2O$) பெறுவதேயாகும். மேலும் இவ்வாறான மேல்கீழ் வேறுபாடடைந்த இலையில் நீராவிப்போக்கின் வீதம் மேற்புறத்தோலை விட அடி புறத்தோலில் அதிகம் இருப்பதையும் அறியலாம்.

11.6.8 நீராவிப்போக்கின் முக்கியத்துவம்

நீராவிப்போக்கு நீரிழப்பிற்கு வழிகோலுகிறது. இப்பாடத்தின் முன்பகுதியில் குறிப்பிட்டதுபோல உள்ளெடுக்கப்பட்ட நீரில் 95 விழுக்காடு நீராவிப்போக்கினால் இழக்கப்படுகிறது. பொதுவாக இது தாவரத்திற்குக் கேடு தரும் செயல்பாடு எனக் கருதக்கூடும். ஆனால் நீரின் உள்ளெடுப்பு, சாறேற்றம், கனிம உள்ளெடுப்பு ஆகியவை நேரடியாக நீராவிப்போக்கினை சார்ந்துள்ளன. இன்னும் கூறப்போனால் தாவரங்கள் சுட்டெரிக்கும் சூரிய ஒளியில் பசுமையுடன் இருப்பதற்குக் காரணம் நீராவிப்போக்கே. எனவே **கர்டிஸ்** கூற்றுப்படி நீராவிபோக்கு என்பது ஒரு "தேவையான தீமை" ஆகும்.

11.7 கரிமக் கரைபொருட்களின் இடப்பெயர்ச்சி (Translocation of Organic Solutes)

இலைகள் ஒளிச்சேர்க்கையின் மூலம் உணவை தயாரித்து அதனைத் தரசத் துகள்களாகச் சேமித்து வைக்கின்றன. தேவைப்படும்போது தரசமானது எளிய சர்க்கரைகளாக மாற்றமடைகின்றன. இவ்வாறு மாற்றமடைந்த எளிய சர்க்கரை தாவரத்தின் பல்வேறு பகுதிகளுக்கு அவற்றின் தேவைக்காக இடம்பெயர வேண்டும். ஆனால் உணவு உருவாக்கப்படும் இடமும் (இலைகள்) அது பயன்படுத்தப்படும் இடமும் ஒன்றுக்கொன்று தொலைவில் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே இந்த கரிம உணவுப் பொருளானது இடம்பெயர்வது முக்கியத் தேவையாகிறது.

உற்பத்தி செய்யப்படும் இடத்திலிருந்து உணவுபொருளானது அது பயன்படுத்தப்படும் இடத்திற்கு இடம்பெயர்வது **கரிமக் கரைபொருட்களின் இடப்பெயர்ச்சி** எனப்படும். இங்குக் கரைபொருட்கள் என்பது கரைசலில் இடம்பெயரும் உணவுப்பொருட்களைக் குறிக்கும்.

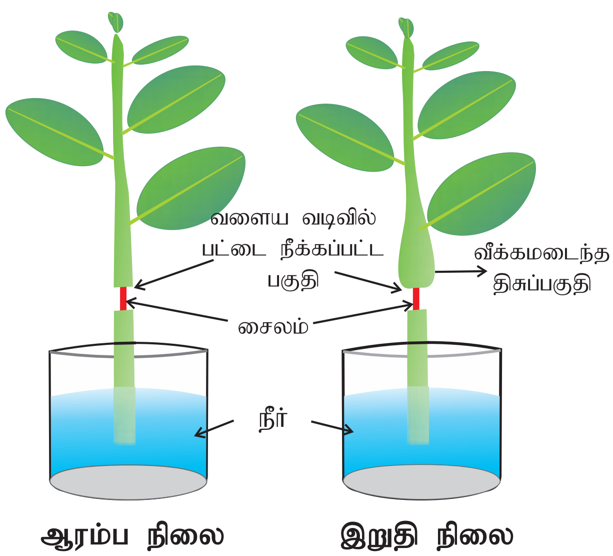
11.7.1 இடப்பெயர்ச்சியின் வழி

கரைபொருட்கள் ஃபுளோயம் வழியாகவே இடம்பெயர்கிறது என்பது தற்காலத்தில் நன்கு நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது. வளைய அல்லது பட்டை இடை நீக்க சோதனை மூலம் ஃபுளோயம் வழியாகக் கரைப்பொருட்களை இடம்பெயர்வதை நிரூபிக்கலாம்.

11.7.2 வளையச் சோதனை அல்லது பட்டை இடைநீக்க சோதனை

ஒரு கட்டைத் தன்மை கொண்ட தாவரத்தில் சைலத்தினை தவிர்த்து வாஸ்குலக் கேம்பியத்தின்

வெளியமைந்த அனைத்துத் திசுக்களையும் (பட்டை, புறணி மற்றும் ஃபுளோயம்) நீக்கவேண்டும். தற்போது சைலம் மட்டுமே வளையத்திற்கு இருபுறம் உள்ள மேல் கிழ் தாவரப் பகுதிகளை இணைக்கிறது. இந்த அமைப்பினை நீர் நிரம்பிய பீக்கருக்குள் வைக்க வேண்டும். சிறிது நேரம் கழித்து வளையத்தின் மேற்புறம் உணவுபொருட்கள் சேகரமாவதால் அப்பகுதி வீங்கியிருப்பதைக் காணலாம் (படம் 11.20). இச்சோதனை சிலநாட்கள் தொடர்ந்து நடைபெற்றால் முதலில் வேர்கள் இறக்கும். இதற்குக் காரணம் ஃபுளோயம் அகற்றப்படுவதால் வேருக்குச் உணவு தடைபடுகிறது மேலும் வேர்களினால் உணவைத் தயாரிக்க இயலாததாலும் வேர் இறக்கிறது. தண்டுப் பகுதி சாறேற்றத்திற்காக வேரை நம்பி இருப்பதால் வேர் இறந்த உடன் தண்டும் இறுதியாக இறக்கிறது.



படம் 11.20: வளையச் சோதனை

11.7.3 இடப்பெயர்ச்சியின் திசை

ஒளிச்சேர்க்கையில் உருவான பொருட்களை இலையில் இருந்து வளர்ச்சி மற்றும் சேமிப்பு பகுதிகளுக்கு ஃபுளோயம் கீழ்காணும் திசைகளில் இடப்பெயர்ச்சி செய்கிறது.

கீழ்நோக்கிய திசை: இலைகளிலிருந்து தண்டு மற்றும் வேர்களுக்குச் செல்லுதல்.

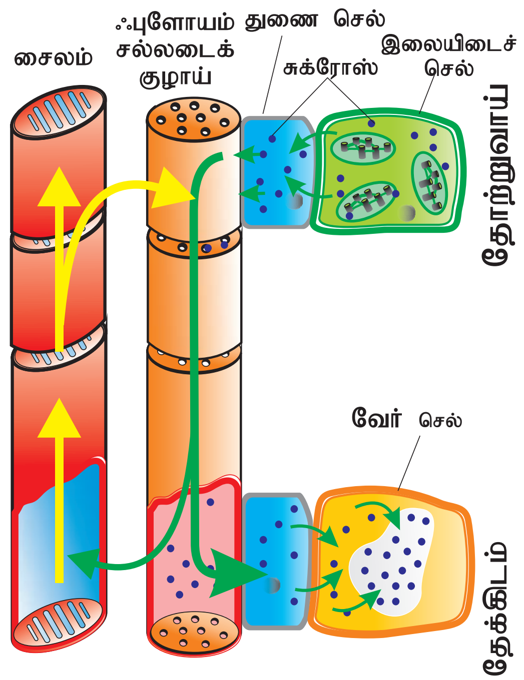
மேல் நோக்கிய திசை: இலைகளிலிருந்து மொட்டுகள், பூக்கள், பழங்கள் ஆகியவற்றிற்கு வளர்ச்சிக்காகவும் சேமிப்பிற்காகவும் செல்லுதல். விதை முளைத்தல் மேல் நோக்கிய இடப்பெயர்சிக்கு சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும்.

ஆரப்போக்கு திசை: பித் பகுதியிலிருந்து புறணிக்கும் புறத்தோலுக்கும் உணவுப் பொருள் ஆரப்போக்கு திசையில் செல்லுதல் .

11.7.4 தோற்றுவாய் மற்றும் தேக்கிடம் (Source and Sink)

தோற்றுவாய் என்பது வளர்ச்சிதை மாற்றம் நடைபெறும் இடத்திற்கோ அல்லது சேமிக்கப்படும் இடத்திற்கோ உணவினை ஏற்றுமதி செய்யும் தாவர உறுப்பு ஆகும். எடுத்துக்காட்டு: வளர்ச்சியடைந்த இலைகள் மற்றும் முளைக்கும் விதைகள்.

உணவைப் பெறும் எந்த ஒரு தாவர உறுப்பும் **தேக்கிடம்** என வரையறுக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டு: வேர்கள், கிழங்குகள், வளர்ச்சியடையும் பழங்கள் மற்றும் முதிர்ச்சியடையாத இலைகள் (படம் 11.21).



படம் 11.21: தோற்றுவாய் மற்றும் தேக்கிடம்

11.7.5 ஃபுளோயத்தில் உணவேற்றம் (Phloem Loading)

முதிர்ந்த இலைகளின் இலையிடைத்திசு செல்களிலிருந்து ஃபுளோயம் சல்லடை கூறுகளுக்கு ஒளிச்சேர்க்கை விளைபொருட்கள் இடம்பெயர்வதே **ஃபுளோய உணவேற்றம்** ஆகும். இது மூன்று படிகளைக் கொண்டுள்ளது.

1. சல்லடைக் கூறுகள் சுக்ரோஸினை மட்டுமே கடத்த வல்லன. ஆனால் பசுங்கணிகத்தில் உள்ள ஒளிச்சேர்க்கை விளைபொருட்கள் தரசமாகவோ அல்லது ட்ரையோஸ் பாஸ்பேட்டாகவோ காணப்படும். இவை சைட்டோபிளாசத்திற்கு கடத்தப்பட்டு அங்கு சுக்ரோஸாக மாற்றமடைந்த பின்னரே அடுத்த நிலை இடப்பெயர்ச்சிக்குத் தயாராகின்றன.

11th_BIO-BOTANY_CH 11-TM.indd 237 12/10/2021 10:34:49 AM

2. சுக்ரோஸ் இலையிடைத் திசுவிலிருந்து அருகமைந்த சல்லடைக்கூறுகளுக்கு குறைந்த தூர இடப்பெயர்ச்சி முறையில் செல்கின்றன.

3. சல்லடைக் குழாய்களில் இருந்து தேக்கிடத்திற்கு நீண்ட தூர இடப்பெயர்ச்சி மூலம் செல்கின்றன.

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

தாவரங்கள் ஸ்டார்ச், குளுக்கோஸ் அல்லது ப்ரக்டோஸ் சர்க்கரைகளை தவிர்த்து சுக்ரோஸை மட்டும் ஏன் இடப்பெயர்ச்சி செய்கின்றன?

குளுக்கோஸ், ப்ரக்டோஸ் ஆகியவை எளிய மோனோசாக்ரைடுகள். ஆனால் சுக்ரோஸ் என்பது குளுக்கோஸ் மற்றும் ப்ரக்டோஸால் ஆன டைசாக்ரைடு ஆகும். ஸ்டார்ச் என்பது குளுக்கோஸின் பாலிசாக்ரைடு. குளுக்கோஸ் மற்றும் ப்ரக்டோஸை விடச் சுக்ரோஸும் ஸ்டார்ச்சும் ஆற்றலை திறம்பட சேமிக்க வல்லன. ஸ்டார்ச் நீரில் கரையாது. எனவே இதனால் ஃபுளோயத்தின் வழியாக செல்ல இயலாது. எனவே அடுத்த தேர்வு சுக்ரோஸ். இது நீரில் கரைவதோடு மட்டுமின்றி ஆற்றலையும் சேமிக்க வல்லது. இதுவே இலையிலிருந்து ஆற்றலைத் தாவரத்தின் பல பகுதிகளுக்கும் எடுத்துச் செல்கிறது. சுக்ரோஸானது அதிக அடர்விலும் குறைந்த பாகுத்தன்மை கொண்டும் ஒடுக்கும் முனைகள் இருப்பதால் இது குளுக்கோஸ் மற்றும் ப்ரக்டோஸை விட மந்தத் தன்மை வாய்ந்தது. ஒளிச்சேர்க்கையின்போது பசுங்கணிகத்தின் ஸ்ட்ரோமாவில் ஸ்டார்சானது உருவாக்கப்பட்டுச் சேமிக்கப்படுகிறது. சுக்ரோஸ் சைட்டோபிளாசத்தில் உருவாக்கப்பட்டுத் தாவரத்தின் பிற பகுதிகளுக்கு இடம்பெயர்கிறது.

11.7.6 ஃபுளோயத்திலிருந்து உணவு வெளியேற்றம் (Phloem Unloading)

சுக்ரோஸ் சல்லடைக் கூறுகளிலிருந்து தேக்கிட உறுப்புகளான வேர்கள், கிழங்குகள், பூக்கள் மற்றும் பழங்கள் ஆகிய இடங்களுக்கு இடம்பெயர்தலே **ஃபுளோயத்திலிருந்து உணவு வெளியேற்றம்** எனப்படும். இது மூன்று படிகளைக் கொண்டுள்ளது.

1) **சல்லடைக் கூறுகளிலிருந்து வெளியேற்றம்:** சுக்ரோஸ் சல்லடைக் கூறுகளிலிருந்து வெளியேறுகிறது.

2) **குறைந்த தூர இடப்பெயர்ச்சி:** தேக்கிடச் செல்களுக்குச் சுக்ரோஸ் செல்லுதல்.

3) **சேமித்தலும் வளர்ச்சிதை மாற்றமும்:** இறுதியாக சுக்ரோஸ் தேக்கிடச் செல்களில் சேமிக்கப்படுவதோடு வளர்ச்சிதை மாற்றத்திற்கு உட்படுகிறது.

11.7.7 இடப்பெயர்ச்சியின் இயங்குமுறை (Mechanism of Translocation)

இடப்பெயர்ச்சியின் இயங்குமுறை தொடர்பாக பல கோட்பாடுகள் முன்மொழியப்பட்டுள்ளன. அவற்றுள் சில இங்கே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

1 பரவல் கோட்பாடு (Diffusion hypothesis)

இக்கோட்பாட்டின்படி உணவு இடப்பெயர்ச்சியானது அதிக அடர்வுள்ள இடத்திலிருந்து (உற்பத்தியாகும் இடம்) குறைந்த அடர்வுள்ள இடத்திற்கு (பயன்படுத்தப்படும் பகுதி) எளிய இயற்பியல்முறை மூலம் பரவுகிறது. ஆனால், உணவு இடப்பெயர்ச்சியின் வேகம் எளிய பரவல் வேகத்தினை விட அதிகமாக இருப்பதாலும் நச்சுப்பொருட்களால் பாதிப்படையும் உயிரியல் செயல்பாடாக உணவு இடப்பெயர்ச்சி இருப்பதாலும் இக்கோட்பாடு நிராகரிக்கப்பட்டது.

2 செயலூக்கப் பரவல் கோட்பாடு (Activated diffusion theory)

மேசன் மற்றும் மாஸ்கல் (1936) ஆகியோரால் இக்கொள்கை உருவாக்கப்பட்டது. இக்கொள்கையின்படி பரவும் மூலக்கூறுகள் சல்லடைக் கூறுகளுக்குச் சென்று அங்குச் செயலூக்கப்பட்டோ அல்லது புரோட்டோபிளாசத்தில் ஏற்படும் தடையினைக் குறைத்தோ இடப்பெயர்ச்சி அடைகிறது.

3. மின் – சவ்வூடு பரவல் கொள்கை (Electro-Osmotic theory)

பெஃன்சன் (1957) மற்றும் **ஸ்பானர்** (1958) ஆகியோர் இக்கொள்கையினை முன்மொழிந்தனர். இக்கொள்கையின்படி சல்லடைத் தட்டில் ஏற்படும் மின் திறனே கரைபொருளுடன் நீரைக் கடத்த உதவுகிறது. இக்கொள்கை கரைபொருள் இடப்பெயர்ச்சியினை முழுமையாக விளக்காததினால் நிராகரிக்கப்பட்டது.

4 முன்ச் – மொத்த ஓட்டக் கோட்பாடு (Munch Mass Flow hypothesis)

முன்ச் (1930) என்பவரால் முன்மொழியப்பட்ட மொத்த ஓட்டக் கோட்பாட்டினைக் **க்ராப்ட்ஸ்** (1938) விரிவாக்கம் செய்தார். இக்கொள்கையின்படி கரிமப் பொருட்கள் அல்லது கரைபொருட்கள் அதிகச் சவ்வூடுபரவல் அழுத்தம் உடைய இடத்திலிருந்து (இலையிடைத் திசு) குறைந்த சவ்வூடுபரவல் அழுத்தம் உடைய இடத்திற்கு விறைப்பழுத்த சரிவு வாட்டத்திற்கு ஏற்றாற்போலச் செல்கிறது. படம் 11.22ல் காட்டியுள்ளவாறு ஒரு எளிய பரிசோதனை அமைப்பின்மூலம் இக்கருதுகோள் விளக்கப்படுகிறது.

அரைகடத்தி சவ்வினால் ஆன "A" மற்றும் "B" எனப்படும் இரு அறைகள் ஒரு நீர்த்தொட்டியில் மூழ்கியுள்ளன. இந்த இரு அறைகளும் "T" எனும் குழாய் மூலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. "A" அறையில் செறிவு அதிகம் உடைய சர்க்கரைக் கரைசலும் "B" எனும் அறையில் செறிவு குறைந்த சர்க்கரைக் கரைசலும் உள்ளது. கீழ்காணும் மாற்றங்கள் இவ்வமைப்பில் ஏற்படுவதை உற்றுநோக்கலாம்.

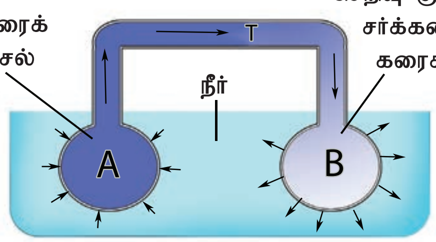
1. அறை "A"-ல் அதிகச் செறிவுள்ள சர்க்கரை கரைசல் ஹைப்பர்டானிக் நிலையில் இருப்பதால் அது நீர்த்தொட்டியிலிருந்து எண்டாஸ்மாஸிஸ் முறையில் நீரை உறிஞ்சுகிறது.

2. அறை "A"விற்கு தொடர்ச்சியாக நீர் செல்வதால் அங்கு விறைப்பழுத்தம் அதிகரிக்கிறது.

3. அறை "A"ல் விறைப்பழுத்தம் அதிகரிப்பின் காரணமாக அதிலுள்ள சர்க்கரைக் கரைசல் குழாய் "T" வழியாக ஒட்டுமொத்தமாக அறை "B" க்கு விறைப்பழுத்தச் சரிவுவாட்டம் காரணமாகச் செல்கிறது.

4. இரு அறைகளிலும் உள்ள கரைசல்கள் ஐசோடானிக் நிலையினை எட்டும் வரை கரைபொருளின் இடப்பெயர்ச்சி தொடர்ந்து நடைபெறுகிறது. ஐசோடானிக் நிலையினை எட்டிய உடன் இந்தச் சோதனை அமைப்பு செயலற்றதாக ஆகிவிடுகிறது.

5. இந்நிலையில் அறை "A"ல் புதிதாகச் சர்க்கரை கரைசலைச் சேர்க்கும்போது சோதனை அமைப்பு மீண்டும் இயங்கத் தொடங்குகிறது.



படம் 11.22: மொத்த ஓட்டக் கோட்பாட்டினை விளக்கும் மாதிரி

மேற்கண்ட சோதனை அமைப்பினைப் போன்ற ஒத்த அமைப்பு தாவரத்திலும் உள்ளது.

அறை "A" என்பது தாவரத்தில் இலைகளில் உள்ள இலையிடைச் செல்களைக் குறிக்கும். இங்கு உணவுப்பொருள் அதிக அடர்வில் கரைநிலையில் காணப்படும். சுருங்கக் கூறின் அறை "A" உணவு தயாரிக்கும் "தோற்றுவாய்".

அறை "B" என்பது தண்டு மற்றும் வேர் செல்களுக்கு ஒப்பானது. இது உணவுப்பொருட்கள் பயன்படுத்தப்படும் இடம். சுருங்கக் கூறின் அறை "B" உணவு பயன்படுத்தப்படும் "தேக்கிடம்".

குழாய் "T" என்பது ஃபுளோயத்தின் சல்லடைக் குழாய்களுக்கு ஒப்பானது.

இலையில் உள்ள சைலத்திலிருந்து (சோதனை அமைப்பில் உள்ள நீர்த்தொட்டி) நீரானது எண்டாஸ்மாஸிஸ் முறையில் இலையிடைத் திசுவிலுள்ள செல்களுக்குச் செல்வதால் அங்கு விறைப்பழுத்தம் அதிகரிக்கிறது. தண்டு மற்றும் வேர் செல்களில் உள்ள விறைப்பழுத்தமானது ஒப்பீளவில் குறைவாக இருப்பதால், விறைப்பழுத்தச் சரிவுவாட்டம் காரணமாக இலையிடைதிசுவிலுள்ள செல்களிலிருந்து கரைநிலையிலுள்ள கரிமப்பொருட்கள் கூட்டாகப் ஃபுளோயம் வழியாகத் தண்டு மற்றும் வேர் செல்களை அடைகின்றன.

தண்டு மற்றும் வேர் செல்களில் கரிமக் கரைபொருட்கள் பயன்படுத்தப்பட்டோ அல்லது கரையாத வடிவமாக மாற்றப்பட்டோ சேமிக்கப்படுகின்றன. அதிகப்படியான நீரானது கேம்பியம் வழியாகச் சைலத்திற்கு (விறைப்பழுத்த சரிவுவாட்டம் வழியாக) செல்கிறது.

ஆதாரங்கள்:

1. கட்டைத் தன்மை கொண்ட அல்லது இளந்தாவரங்களில் மேற்கொள்ளப்படும் வளையச் சோதனையில் துண்டிக்கப்பட்ட முனையிலிருந்து அதிகச் செறிவுள்ள சர்க்கரைக் கரைசல் வடிதல்.

2. தாவரத்தில் இலைகளை நீக்கும்போது நேர்மறை செறிவடர்த்திச் சரிவும் மறைகிறது.

எதிர்ப்புகள்:

1. இக்கருத்து கரைபொருட்களின் ஒரு திசை இடப்பெயர்ச்சியினை மட்டுமே விளக்குகிறது. ஆனால் தாவரங்களில் பொதுவாக இருதிசை இடப்பெயர்ச்சி நடைபெறுகிறது.

2. இலையிடைதிசுவிலுள்ள செல்களிலும் வேர்தூவிகளிலும் உள்ள சவ்வூடுபரவல் அழுத்தம் கோட்பாட்டிற்கு ஏற்ற வகையில் இருப்பதில்லை.

3. இக்கருத்தின்படி சல்லடைக்கூறுகளும் புரோட்டோபிளாசமும் செயலற்ற கடத்தலை மேற்கொள்ள வேண்டும். ஆனால் ஆய்வாளர்கள் ATP பயன்படுத்தப்படுவதைக் கண்டறிந்துள்ளனர்.

11.8 கனிமங்களின் உள்ளெடுப்பு (Mineral Absorption)

கனிமங்கள் நிலக்கரைசலில் கரைநிலை அல்லது மண்ணின் கூழ்மத் துகளுடன் இணைந்த நிலை என இரு வகையான அமைப்பில் காணப்படுகின்றன. கனிமங்களின் உள்ளெடுப்பு நீரின் உள்ளெடுப்புடன் சேர்ந்தே நடைபெறுகிறது என முற்காலத்தில் தவறுதலாகக் கருதப்பட்டது. ஆனால் கனிமங்களின்

உள்ளெடுப்பும் நீரின் உள்ளெடுப்பும் ஒன்றையொன்று சாராத இரு தனித்தனிச் செயல்களாக உள்ளன. கனிமங்கள் வேர்த்தூவிகளால் மட்டும் உறிஞ்சப்படுவதில்லை, வேரின் புறத்தோல் அடுக்காலும் (எபிபிளம்மா) உள்ளெடுக்கப்படுகிறது.

வேர் செல்லின் பிளாஸ்மா சவ்வு தன்னைக் கடந்து செல்ல அனைத்து அயனிகளையும் அனுமதிப்பதில்லை. அதேபோல, ஒரே கனிம உப்பில் உள்ள அனைத்து அயனிகளும் ஒரே சமமான அளவில் உள்ளெடுக்கப்படுவது இல்லை.

உயிருள்ள செல்களுக்குள் அல்லது திசுக்களுக்குள் அவற்றைச் சூழ்ந்துள்ள ஊடகத்திலிருந்து செல்சவ்வினைத் தாண்டி அயனிகள் ஊடுருவுதலும், சேகரமாதலும் கனிம உள்ளெடுப்பு எனப்படும். செல் அல்லது திசுவிற்கு உள்ளேயும் வெளியேயும் நடைபெறும் அயனிகளின் இடப்பெயர்விற்கு அயனிகடத்தல் அல்லது **அயனிபுகல்** (Flux) என்று அழைக்கப்படுகிறது. அயனிகள் செல்லுக்குள் செல்வதை அயனி **உட்புகல்** (Influx) என்றும் செல்லிலிருந்து வெளியேறுதல் அயனி**வெளிப்புகல்** (Efflux) என்றும் அழைக்கப்படும். கனிம உள்ளெடுப்பின் செயல்முறைகளை விளக்குவதற்கு எண்ணற்ற கோட்பாடுகள் உள்ளன. இக்கோட்பாடுகளை ஆற்றல்சாரா செயல்முறை (வளர்சிதை மாற்றச் சக்தி தேவைப்படாதது) மற்றும் ஆற்றல்சார் செயல்முறை (வளர்சிதை மாற்றச் சக்தி தேவைப்படுவது) என வகைப்படுத்தலாம்.

11.8.1 ஆற்றல்சாரா உள்ளெடுப்பு

1. அயனிப் பரிமாற்றம் (Ion-Exchange)

வேர் செல்களுக்குள் இருக்கும் அயனியும் நிலக்கரைசலில் அதே மின்சுமையுடன் உள்ள அயனியும் பரிமாறிக்கொள்ளப்படுவது அயனிப் பரிமாற்றமாகும். இதனை இரு கோட்பாடுகள் மூலம் விளக்கலாம். அவை i. தொடர்பு பரிமாற்றக் கோட்பாடு மற்றும் ii. கார்பானிக் அமில பரிமாற்றக் கோட்பாடு.

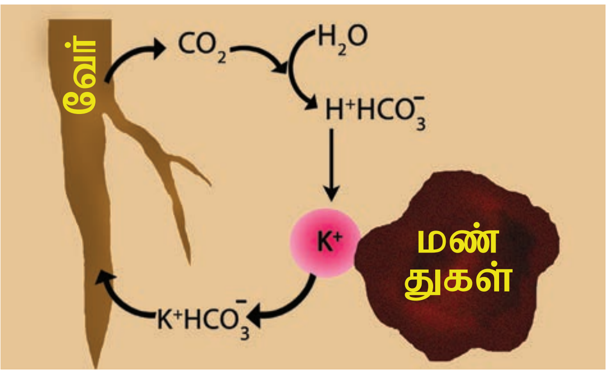
அ. தொடர்பு பரிமாற்றக் கோட்பாடு (Contact Exchange Theory)

இக்கொள்கையின்படி வேர்செல்களின் மேற்பரப்பில் உள்ள அயனிகளும் மண் துகளில் ஒட்டியுள்ள அயனிகளும் உறுதியாகப் பிணையாமல் ஒரு குறுகிய வட்டப்பரப்பில் ஊசலாடிக் கொண்டுள்ளன. இப்பரப்பு **ஊசலாடும் பரப்பு** (Oscillation volume) எனப்படும். இக்குறுகிய பரப்பு காரணமாக அயனிகள் ஒன்றுடன் ஒன்று மோதுவதால் தங்களுக்குள் எளிதாகப் பரிமாற்றம் செய்து கொள்கின்றன. (படம் 11.23)

படம் 11.23: தொடர்பு பரிமாற்றக் கோட்பாடு

ஆ. கார்பானிக் அமிலப் பரிமாற்றக் கோட்பாடு (Carbonic Acid Exchange Theory)

இக்கொள்கையின்படி, அயனிப்பரிமாற்றத்திற்கு மிக முக்கியபங்கு வகிப்பது நிலக் கரைசலாகும். இதுவே அயனிப்பரிமாற்றத்திற்கு ஊடகமாகவும் செயல்படுகிறது. வேர் செல்களில் நடைபெறும் சுவாசித்தல் காரணமாக வெளிப்படும் கார்பன் டை ஆக்சைடானது நீருடன் சேர்ந்து கார்பானிக் அமிலமாக (H_2CO_3) மாறுகிறது. இவ்வமிலம் மண் கரைசலில், புரோட்டானாகவும் (H^+) பைகார்பனேட்டாகவும் (HCO_3^-) பிரிகிறது. இதில் புரோட்டான்கள் மண் துகளில் பிணைந்துள்ள நேர்மின் அயனியுடன் பரிமாறிக் கொள்ளப்படுவதால் நேர்மின் அயனியானது மண் துகளிலிருந்து விடுவிக்கப்பட்டு மண் கரைசலில் சேர்கிறது. பின் அது எளிதில் வேர்செல்களால் உள்ளெடுக்கப்படுகிறது (படம் 11.24).



படம் 11.24: கார்பானிக் அமிலப் பரிமாற்றக் கோட்பாடு

11.8.2 ஆற்றல்சார் உள்ளெடுப்பு

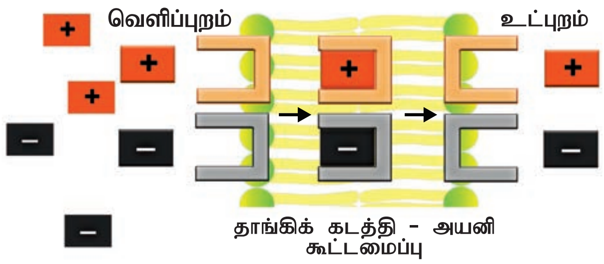
செறிவுசரிவுவாட்டத்திற்குஎதிராகவளர்சிதைமாற்ற ஆற்றலினைப் பயன்படுத்தி நடைபெறும் அயனிகளின் உள்ளெடுப்பு ஆற்றல்சார் உள்ளெடுப்பு எனப்படும். தாவரங்களில் உள்ள வாக்குவோல்களில் நேர்மின் அயனிகளும் எதிர்மின் அயனிகளும் செறிவு சரிவு வாட்டத்திற்கு எதிராகச் சேகரமாவதை ஆற்றல்சாரா உள்ளெடுப்பால் விளக்கமுடியவில்லை. தாங்கிக் கடத்திக் கருத்துரு வழியாகக் கனிமங்களின் ஆற்றல்சார் உள்ளெடுப்பினை விளக்கலாம்.

தாங்கிக் கடத்திக் கருத்துரு (The Carrier Concept)

வான் டென் ஹானெர்ட் என்பவரால் 1937ஆம் ஆண்டு இக்கருத்துரு முன்மொழியப்பட்டது.

11th_BIO-BOTANY_CH 11-TM.indd 240 12/10/2021 10:34:55 AM

இதன்படி செல்சவ்வானது அயனிகளைத் தாமாக உள் ஊடுருவுவதை அனுமதிப்பதில்லை. எனவே செல் சவ்வில் அமைந்துள்ள கடத்தி மூலக்கூறுகள் ஒரு ஊர்தி போலச் செயல்பட்டு அயனிகளை சுமந்து கொண்டு கடத்தி–அயனி கூட்டமைவாக உருமாறிச் செல்சவ்வினைக் கடக்கின்றன. இந்த கடத்தி–அயனி கூட்டமைவானது செல்லின் உட்பரப்பில் பிரிந்து அயனிகளை விடுவித்தபிறகு கடத்தியானது மீளவும் புதிய அயனிகளுடன் இணைவதற்காகச் செல்சவ்வின் வெளிப்பரப்பிற்குச் செல்கிறது (படம் 11.25).



படம் 11.25: தாங்கிக் கடத்திக் கருத்துரு

இக்கொள்கை இரு கோட்பாடுகள் வழியாக விளக்கப்படுகிறது.

அ) லூண்டிகார்த் சைட்டோ குரோம் உந்து செயல் கோட்பாடு – (*Lundegardh's Cytochrome Pump Theory*)

லூண்டிகார்த் மற்றும் **பர்ஸ்ட்ரோம்** (1933) ஆகியோர் சுவாசித்தலுக்கும் எதிர்மின் அயனி உள்ளெடுப்பதற்குமான தொடர்பினைக் கண்டறிந்தனர். இதன்படி, ஒரு தாவரத்தினை நீரிலிருந்து உப்பு கரைசலுக்கு மாற்றும்போது சுவாசித்தல் வீதம் அதிகரிக்கிறது. இதற்கு எதிர்மின் **அயனி சுவாசித்தல்** அல்லது **உப்பு சுவாசித்தல்** என்று பெயர். இதனை அடிப்படையாக வைத்துச் சைட்டோகுரோம் உந்துசெயல் கொள்கையினை லூண்டிகார்த் (1950, 1954) கீழ்காணும் அனுமானங்களின் அடிப்படையில் முன்மொழிந்தார்.

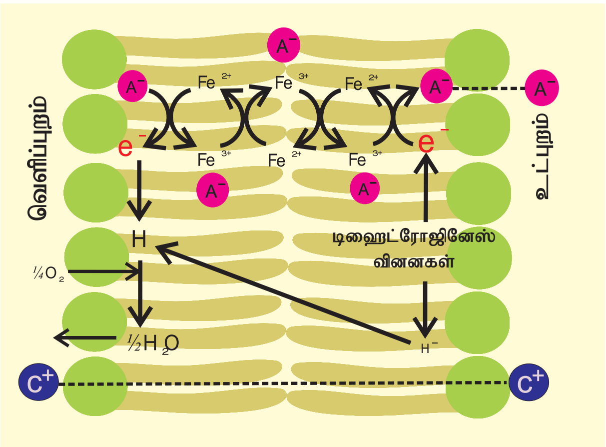
1) நேர்மின் அயனியின் உள்ளெடுப்பும் எதிர்மின் அயனியின் உள்ளெடுப்பு முறையும் வெவ்வேறானவை.

2) எதிர்மின் அயனியானது சைட்டோகுரோம் சங்கிலி வழியாக ஆற்றல்சார் உள்ளெடுப்பு மூலமாகவும் நேர்மின் அயனியானது ஆற்றல்சாரா உள்ளெடுப்பு மூலமாகவும் உறிஞ்சப்படுகிறது.

3) செல்சவ்வின் வெளிப்பரப்பில் ஆக்ஸிகரணமும் உட்பரப்பில் ஒடுக்கமும் நடைபெறுவதால் ஆக்ஸிஜன் சரிவு ஏற்படுகிறது.

இக்கோட்பாட்டின்படி, சவ்வின் உட்பரப்பில் **டிஹைட்ரோஜினேஸ்** நொதியின் செயல்பாடு காரணமாகப் புரோட்டான்களும் (H^+) எலெக்ட்ரான்களும் (e^-) உருவாகின்றன. எலெக்ட்ரான்கள் எலெக்ட்ரான் கடத்துச் சங்கிலி வழியாக வெளிச்செல்லும்போது அதே மின்சுமையினைச் சார்ந்த எதிர்மின் அயனிகள் உள்நுழைகின்றன. இவ்வாறு உள்நுழையும் எதிர்மின் அயனிகளை ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்த **சைட்டோகுரோம் ஆக்ஸிடேஸ்** நொதி ஏற்றுக்கொண்டு சைட்டோகுரோம் சங்கிலியின் அடுத்தடுத்த நிலைக்குக் கடத்துகின்றன (படம் 11.26).

மேலும் இக்கோட்ப்பாட்டின்படி சவ்வின் உட்பரப்பில் எதிர்மின் அயனிகள் (A^+) சேகரமாவதான் காரணமாக ஏற்படும் மின்சரிவு வாட்டத்தினை ஈடுசெய்ய நேர்மின் அயனிகள் (C^+) ஆற்றல்சாரா முறையில் உள் நுழைகின்றன.



படம் 11.26: சைட்டோ குரோம் உந்து செயல் கோட்பாடு

இக்கோட்பாட்டின் குறைகள் பின்வருமாறு,

1) இக்கோட்பாட்டிற்கு மாறாக நேர்மின் அயனிகளும் சுவாசித்தலைத் தூண்டுகின்றன.

2) அயனிகளைத்தேர்வுசெய்துஉள்ளெடுப்பதை இக்கொள்கையால் விளக்க இயலவில்லை.

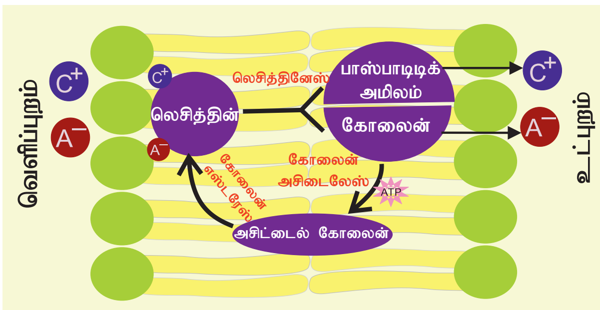
3) இது எதிர்மின் அயனிகளின் உள்ளெடுப்பினை மட்டுமே விளக்குகிறது.

ஆ) பென்னட் கிளார்க்கின் புரத – லெசித்தின் கோட்பாடு:

பென்னட் கிளார்க் 1956ல் முன்மொழியப்பட்ட இக்கோட்பாட்டின்படி கடத்தியானது ஒரு புரதமாகும். இது **லெசித்தின்** எனப்படும் **பாஸ்பாடைடுடன்** இணைந்து காணப்படுகிறது. இக்கடத்தியானது **ஆம்போடெரிக்** (அமிலமாகவும் காரமாகவும் செயல்லாற்ற வல்லது) இயல்பு கொண்டதால் நேர் மின் அயனி மற்றும் எதிர்மின் அயனி ஆகிய இரண்டுடனும் சேர்ந்து **லெசித்தின் – அயனி** கூட்டமைவாக மாறுகிறது. இக்கூட்டமைவு செல்சவ்வின் உட்புறத்தில் பிரிந்து பாஸ்பாடிடிக் அமிலம் மற்றும் கோலைன் ஆகியவற்றுடன் அயனிகளையும் விடுவிக்கிறது. பிரிந்த பாஸ்பாடிக் அமிலம் (Phosphatidic acid) மற்றும் கோலைன் ஆகியவை கோலைன் அசிட்டைலேஸ் மற்றும்

11th_BIO-BOTANY_CH 11-TM.indd 241 12/10/2021 10:34:56 AM

கோலைன் எஸ்டரேஸ் எனும் நொதியினால் மீளவும் ஒன்றிணைந்து லெசித்தின் புரதத்தினை உருவாக்குகின்றன (படம் 11.27). இவ்வகை லெசித்தின் உருவாக்கத்திற்கு ATP தேவைப்படுகிறது.



படம் 11.27: புரத – லெசித்தின் கோட்பாடு

11.8.3 டோனன் சமநிலை

சில அயனிகளால் செல்சவ்வின் வழியாக ஒருபோதும் ஊடுருவி வெளியேற முடிவதில்லை. இவை பொறியில் அகப்பட்டது போலச் செல்லுக்குள் உள்ளன. இவற்றுக்கு **நிலைத்த அயனிகள்** என்று பெயர். இவ்வகை அயனிகள் அதன் மாற்று மின்சுமை கொண்ட அயனிகளால் சமன்படுத்தப்பட வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாகச் செல்லினுள் நிலைத்த எதிர் மின் அயனிகள் இருப்பதாகக் கருதினால், இதனைச் சமன்படுத்த நேர்மின் அயனிகள் அதிக அளவில் வழக்கமான அயனிப் பரிமாற்றத்துடன் கூடுதலாக உள்ளெடுக்கப்பட வேண்டும். எனவே செல்லுக்குள் நேர்மின் அயனிகளின் செறிவானது செல்லுக்கு வெளியில் உள்ளதை விட அதிகமாக இருக்க நேரிடுகிறது. மின்னாற்றல் சமன் மற்றும் பரவல் நிகழ்வு ஆகிய இரண்டையும் மின் அயனிகளால் கட்டுப்படுத்தப்படுவதால் இது **டோனன் சமநிலை** என அழைக்கப்படுகிறது.

பாடச்சுருக்கம்

தாவரங்களில் நீண்ட தூரம் மற்றும் குறுகிய தூரம் என இருவகையான கடத்து முறைகள் காணப்படுகின்றன. ஆற்றல் பயன்பாட்டிற்கேற்ப ஆற்றல்சார் அல்லது ஆற்றல்சாரா முறையில் கடத்துதல் நடைபெறுகிறது. ஆற்றலற்ற கடத்தலான பரவல், செயலூக்கப் பரவல், உள்ளீர்த்தல் மற்றும் சவ்வூடுபரவல் ஆகியவை செறிவு சரிவு வாட்டத்திற்கு ஏற்றார்போல எவ்வித ஆற்றல் செலவின்றி மலையிலிருந்து பந்து உருண்டு இறங்குவது போல நடைபெறுகிறது. அடர்த்தியில் வேறுபட்ட இரு வகைக் கரைசல்கள் ஒரு சவ்வின் வழியாகப் பிரிக்கப்படும்போது அங்குச் சவ்வூடுபரவல் அமைப்பு உருவாகிறது. நீரின் ஒட்டுமொத்தப் பரவல் என்பது கரைசலின் அடர்த்தி, கரைபொருளின் அடர்த்தி, அழுத்தம், வெப்பநிலை போன்றவற்றினைச் சார்ந்தது. ஒரு சவ்வூடுபரவல் அமைப்பிலிருந்து நீர் இழக்கப்படுவது வெளிச்சவ்வூடுபரவல் எனவும் இதற்கு எதிரான நிலை உட்சவ்வூடுபரவல் எனவும் அழைக்கப்படும். தாவரச் செல்களில் ஏற்படும் வெளிச்சவ்வூடு பரவல் பிளாஸ்மா சிதைவு எனப்படும். இது வாடலின்போது ஏற்பட்டுச் செல்லைத் தளர்வுடையதாக்குகிறது. மாறாக, உட்சவ்வூடுபரவல் செல்லை விரைப்புத்தன்மை உடையதாக்குகிறது. மண்ணிலிருந்து வேர்த்தூவி வழியாக உறிஞ்சப்பட்ட நீரானது (ஆற்றல்சார் அல்லது ஆற்றல்சாரா முறையில்) தாவரங்களில் பலபகுதிகளுக்குச் செல்ல முதலில் சைலத்தினை சென்றடைய வேண்டும். மூன்று வகையான வழிகளில் வேர்த்தூவியிலிருந்து நீரானது சைலத்தினை சென்றடைகின்றன. அவை 1) அப்போபிளாஸ்ட் 2) சிம்பிளாஸ்ட் 3) சவ்விடை வழி ஆகும். சைலத்தில் நிகழும் சாறேற்றத்தினை விளக்கப் பல்வகைக் கோட்பாடுகள் இருந்தாலும் டிக்ஸனின் கூட்டிணைவுக் கோட்பாடே அனைவராலும் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டுள்ளது. இக்கொள்கையின்படி வேர்கள் நீரை மேல்நோக்கித் தள்ளுவதில்லை அதற்குபதிலாக மேலிருந்து இயங்கும் நீராவிப்போக்கின் சக்தியால் நீர் இழுக்கப்படுகிறது. மேலும் நீரின் ஒட்டிணைவு மற்றும் கூட்டிணைவு காரணமாக நீர்தம்பமானது உடைபடாமல் வலுவுள்ளதாகச் சாறேற்றம் செய்கிறது.

மேல் திசை நோக்கியே நடைபெறும் சாறேற்றத்திற்கு மாறாக, ஒளிச்சேர்க்கை விளைபொருள் அடங்கிய கரைபொருட்களின் இடப்பெயர்ச்சி பலதிசைகளிலும் நடைபெறுகிறது. இவ்விடப்பெயர்ச்சியின் தோற்றுவாய் ஒளிச்சேர்க்கை செய்யும் இலைகளாகும். உணவுப் பொருளினைத் தோற்றுவாயானது தேவையான இடத்திற்கு ஏற்றுமதி செய்கிறது. இதேபோல உணவு பயன்படுத்தப்படும் இடம் தேக்கிடம் எனப்படும். முன்சின் மொத்த ஓட்டக் கோட்பாட்டின்படி, கரைபொருட்கள் செறிவடர் சரிவின் வழியாக ஒட்டுமொத்தமாகச் செல்கின்றன.

கனிமங்கள் நில நீரில் கரைந்திருந்தாலும் நீரின் உள்ளெடுப்பின்போது அவை நீருடன் சேர்ந்து வேருக்குள் செல்வதில்லை. எனவே கனிமங்களின் உள்ளெடுப்பு நீரின் உள்ளெடுப்பிலிருந்து தனித்தது. இவை ஆற்றல்சார் அல்லது ஆற்றலற்ற முறையில் உள்ளெடுக்கப்படுகிறது.

மதிப்பீடு

1. விறைப்பழுத்தம் உடைய செல்லில்,
   அ) DPD =10 வளி; OP=5 வளி; TP=10 வளி
   ஆ) DPD =0 வளி; OP=10 வளி; TP=10 வளி
   இ) DPD =0 வளி; OP=5 வளி; TP=10 வளி
   ஈ) DPD =20 வளி; OP=20 வளி; TP=10 வளி

11th_BIO-BOTANY_CH 11-TM.indd 242 12/10/2021 10:34:56 AM

2. கீழ்க்கண்டவற்றுள் சரியான கூற்றினைக் கண்டறிக.

1) அப்போபிளாஸ்ட் என்பது வேகமானது, உயிரற்ற பகுதிகளில் நடைபெறுவது

2) சவ்விடை வழிப்பாதை வாக்குவோலை உள்ளடக்கியது

3) சிம்பிளாஸ்ட் அருகமைந்த செல்களின் பிளாஸ்மாடெஸ்மேட்டாக்களை இணைக்கிறது

4) சிம்பிளாஸ்ட் மற்றும் சவ்விடை வழி ஆகியவை செல்லின் உயிருள்ள பகுதிகளில் நடைபெறுபவை

அ) 1 மற்றும் 2 ஆ) 2 மற்றும் 3

இ) 3 மற்றும் 4 ஈ) 1,2,3,4

3. வறண்ட நிலத் தாவரமான ஒபன்ஷியாவில் எவ்வகை நீராவிப் போக்கு சாத்தியம்?

அ) இலைத் துளை நீராவிப்போக்கு

ஆ) லெண்டிசெல் நீராவிப்போகு

இ) க்யூட்டிகிள் நீராவிப்போக்கு

ஈ) மேற்கூறிய அனைத்தும்

4. இலைத்துளைத் திறப்பு எதைச் சார்ந்தது?

அ) பொட்டாசியம் அயனியின் உள்நுழைவு

ஆ) பொட்டாசியம் அயனியின் வெளியேற்றம்

இ) குளோரைடு அயனியின் உள்நுழைவு

ஈ) ஹைட்ராக்ஸில் அயனியின் உள்நுழைவு

5. முன்ச்சின் கருத்தாக்கம் எதை அடிப்படையாகக் கொண்டது?

அ) விறைப்பழுத்தச் சரிவு மற்றும் உள்ளீர்த்தல் விசை காரணமாக உணவு இடப்பெயர்ச்சி அடைதல்

ஆ) விறைப்பழுத்தம் காரணமாக உணவு இடம்பெயர்தல்

இ) உள்ளீர்த்தல் விசை காரணமாக உணவு இடம்பெயர்தல்

ஈ) மேற்கூறியவற்றுள் ஏதுமில்லை

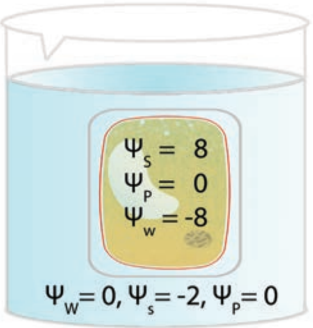
6. நன்கு நீரூற்றினாலும், மண்ணில் உள்ள அதிகப்படியான உப்பு அடர்வினால் தாவரம் வாடுகிறது. விளக்கு

7. தரச சர்க்கரை இடைமாற்றக் கொள்கையில் பாஸ்பாரிலேஸ் நொதி எவ்வாறு இலைத்துளையினைத் திறக்கிறது?

8. தாவரத்தில் சுக்ரோஸினை பெறும் ஒளிச்சேர்க்கை செய்யவியலா பகுதிகளைப் பட்டியலிடுக.

9. நீரியல் திறனைக் கட்டுப்படுத்தும் கூறுகள் யாவை?

10. படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு தேர்வு செலுத்து சவ்வாலான ஒரு செயற்கையான செல் பீக்கரில் உள்ள நீரில் மூழ்கியுள்ளது. இதன் அளவீடுகளைப் பார்த்துக் கீழ்காணும் வினாக்களுக்கு விடை தருக.



LWP6N

அ) நீர் செல்லும் பாதையினை அம்புக் குறியிட்டுக் காட்டுக

ஆ) செல்லுக்கு வெளியமைந்த கரைசலின் நிலை ஐசோடானிக், ஹைப்போடானிக் அல்லது ஹைப்பர்டானிக்?

இ) செல்லின் நிலை ஐசோடானிக், ஹைப்போடானிக் அல்லது ஹைப்பர்டானிக்?

ஈ) சோதனை முடிவில் செல்லானது அதிகத் தளர்வு நிலை, அதிக விறைப்பு நிலை அல்லது அதே நிலையில் நீடிக்குமா?

உ) இச்செயற்கை செல்லில் நடைபெறுவது உட்சவ்வூடுபரவலா அல்லது வெளிச்சவ்வூடுபரவலா? காரணம் கூறு.

இணையச்செயல்பாடு

சவ்வின் வழியாகக் கடத்தப்படுதல்

GV423

உரலி:

https://phet.colorado.edu/

11th_BIO-BOTANY_CH 11-TM.indd 243 12/10/2021 10:34:56 AM