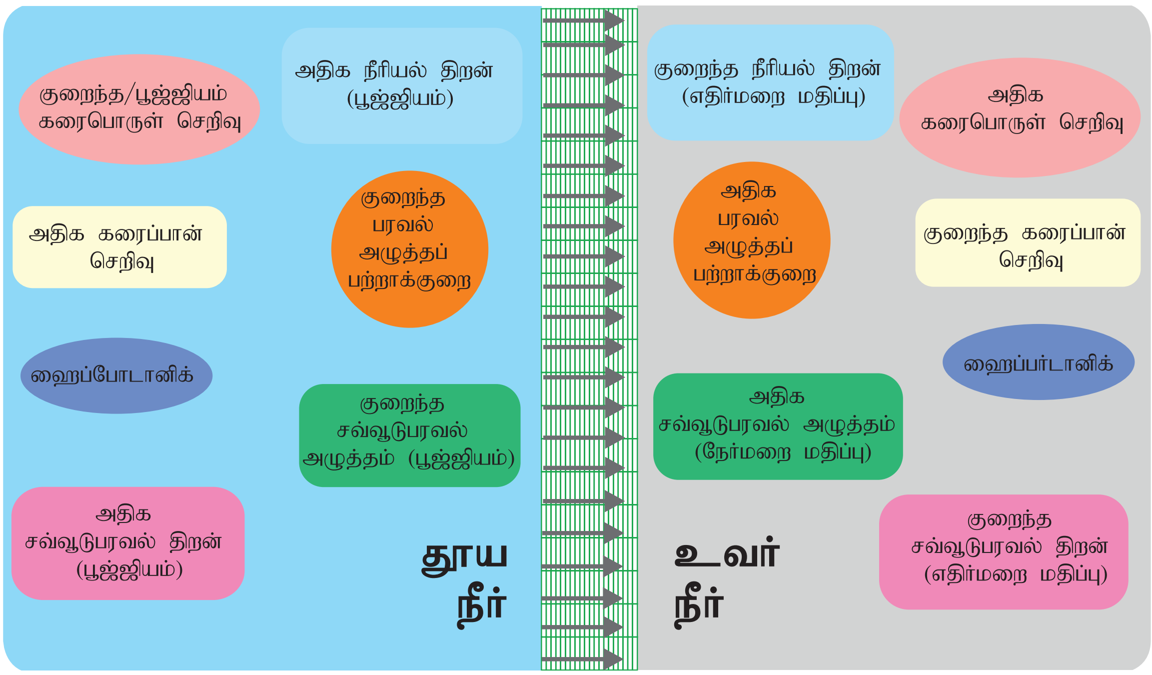
அழுத்தப் பற்றாக்குறையினை ஈடுகட்ட அருகமைந்த சைலம் செல்களில் இருந்து நீர் பெறப்படுகிறது.

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

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



அட்டவணை 11.3: ஆற்றல்சார் உள்ளெடுப்பு மற்றும் ஆற்றல்சாரா உள்ளெடுப்பு–வேறுபாடுகள்

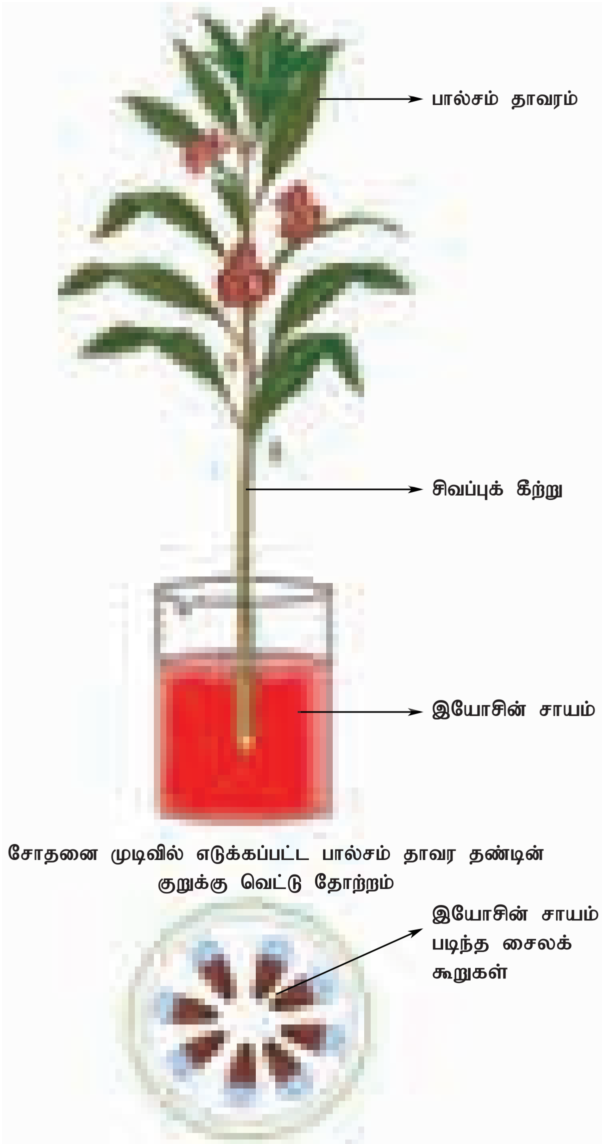
ஆற்றல்சார் உள்ளெடுப்பு	ஆற்றல்சாரா உள்ளெடுப்பு
வேர்கள் மற்றும் வேர்த்தூவியில் தோன்றும் விசையின் காரணமாக ஆற்றல்சார் உறிஞ்சுதல் நடைபெறுகிறது.	இம்முறையில் வேர்களில் நீரை உறுஞ்சுவதற்காக எவ்வித அழுத்தமும் ஏற்படுவதில்லை. எனவே வேர்களுக்கு நீரை உறிஞ்சுவதில் முக்கிய பங்கு இல்லை.
நீராவிப்போக்கு எவ்வித விளைவினையும் 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.

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.

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 75 05-07-2018 12:31:41



படம் 11.12 பால்சம் தாவரத்தில் இயோசின் சாய பரிசோதனை

15.1.1 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).

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

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 76 05-07-2018 12:31:45

படம் 11.13: ஜே.சி. போஸ்

காரணமாக பக்கவாட்டில் சாறானது சைலத்திற்குள் செல்வதை அவர் விளக்கினார்.

உயிர்ப்பு விசைக் கோட்பாட்டின் குறைகள்:

1) **ஸ்ட்ராஸ்பர்கர்** (1889) மற்றும் **ஒவர்டன்** (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 துண்டிக்கும்போது, துண்டிக்கப்பட்ட பகுதியிலிருந்து சிறிது விசையுடன் நீர் வருவதைக் காணலாம். இது **நீர்வடிதல் (Bleeding)** 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.

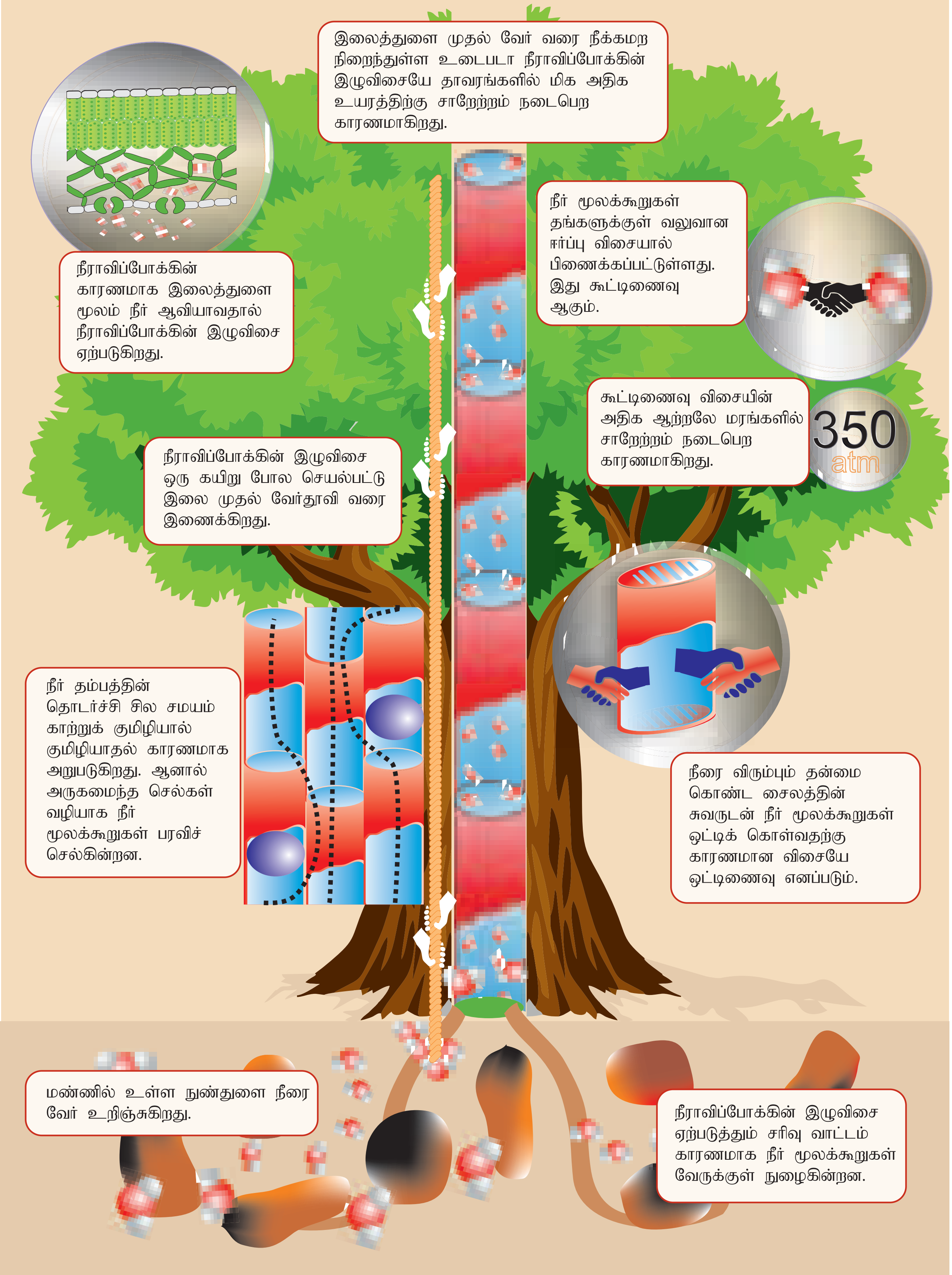
11.5.4 இயற்பு விசைக் கோட்பாடு (Physical Force Theory)

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.

தாவரங்களில் நீர் எவ்வாறு உறிஞ்சப்படுகிறது?



TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 78 05-07-2018 12:31:47

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" (Cavitation)** அல்லது **"எம்பாலிசம் (Embolism)"** 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 இழுவிசை நீராவிப் போக்கினால் ஏற்படுத்தப்படுகிறது. இது **நீராவிப்போக்கின் இழுவிசை (Transpiration Pull)** 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 (அட்டவணை 11.4). நீராவிப்போக்கிற்காக சைலத்தின் வழியாக ஒரு

நிமிடத்திற்கு 75 செ.மீ. என்ற வேகத்தில் நீரானது மேலேறிச் செல்கிறது.

11.6.1 நீராவிப்போக்கின் வகைகள் (Types of Transpiration)

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

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 (Lenticels)** 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 அதிகரித்துக் காணப்படுவதால் நீராவிப்போக்கின் அளவு குறைந்தோ அல்லது அறவே இல்லாமலோ காணப்படுகிறது.

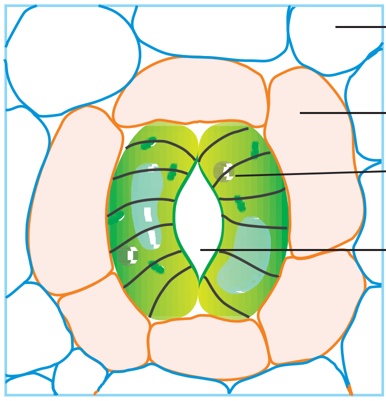
செயல்பாடு

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

11.6.2 இலைத் துளையின் அமைப்பு.

இலைகளின் புறத்தோல் மற்றும் பசுமையான தண்டில் காணப்படும் எண்ணற்ற சிறிய துளைகள் **இலைத்துளைகள்** (Stomata) 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** (Subsidiary cells) 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.

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 80 05-07-2018 12:31:47



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.

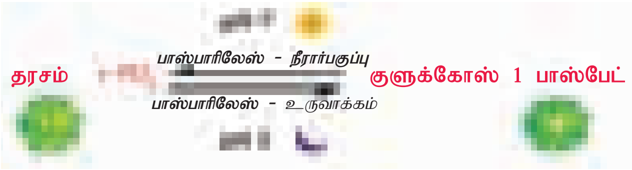
ஆ) காப்பு செல்லில் இயல்பாகவே சர்க்கரை அதிக அளவு காணப்படும்

2. தரச- சர்க்கரை இடைமாற்ற கோட்பாடு

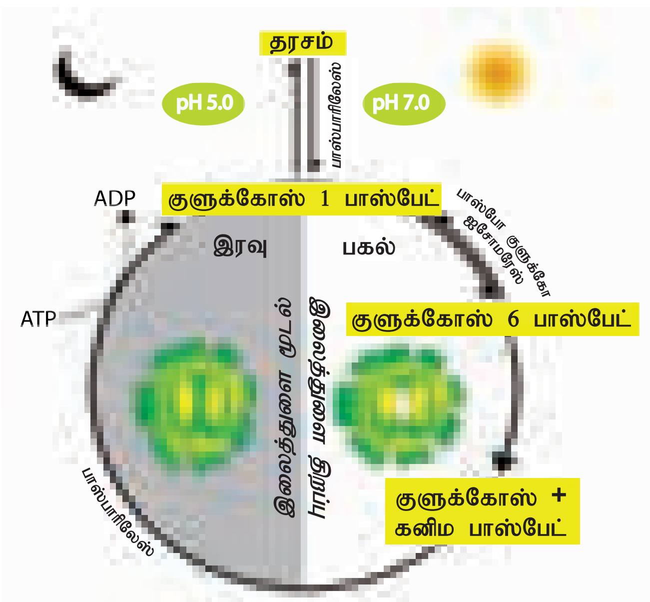
அ) **லாயிட்** (1908) என்பாரின் கூற்றுப்படி, காப்பு செல்லின் விறைப்புத் தன்மை என்பது தரச – சர்க்கரை இடைமாற்றத்தினை சார்ந்தது. இக்கருத்தினை ஆதரித்த **லாஃப்ட்ஃபீல்ட்** (1921) காப்பு செல்கள் பகலில் திறந்திருக்கும்போது சர்க்கரையும் இரவில் மூடியிருக்கும்போது தரசம் கொண்டிருப்பதையும் கண்டார்.

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 கார்பன் டை ஆக்சைடானது 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 (Phosphorylase)** நொதி கண்டறியப்பட்டது. பகலில் பாஸ்பாரிலேஸ் நொதி தரசத்தினை நீராற்பகுத்து சர்க்கரையாக மாற்றி pH-அளவை உயர்த்துவதால் உட்சவ்வூடுபரவல் நடைபெற்று இலைத்துளை திறக்கிறது. இரவில் இதற்கு எதிரான செயல் நடைபெறுகிறது.



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 வித்திலைத் 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 அயனியின் 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.

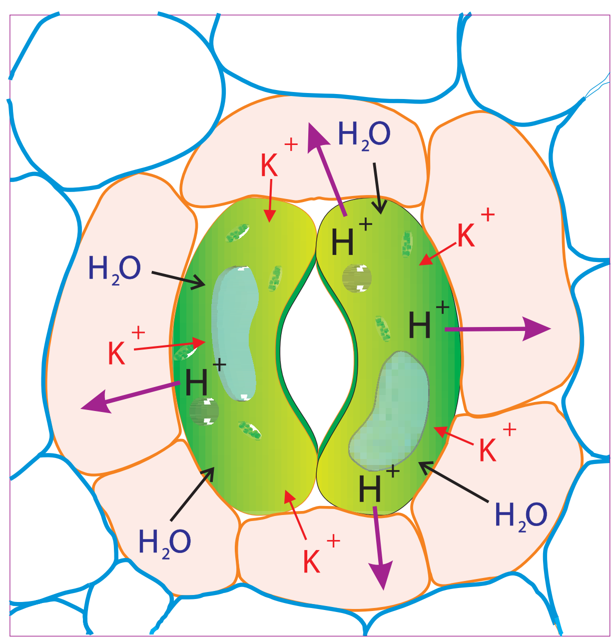
இ) புரோட்டான்கள் சவ்வின் வழியாக அருகமைந்த துணை செல்களுக்கும், துணை செல்களிலிருந்து பொட்டாசியம் அயனிகள் (K^+) காப்பு செல்களுக்கும் பரிமாற்றம் செய்து கொள்கின்றன. இது மின் சரிவு வாட்டத்தின் வழியாக (Electrical Gradient) நடைபெறுவதால் இது **அயனிப்பரிமாற்றம் (Ion Exchange)** எனப்படுகிறது.

ஈ) அயனிப்பரிமாற்றம் ஆற்றல் தேவைப்படும் செயலாதலால்இதற்கு ATPபயன்படுத்தப்படுகிறது.

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

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 82 05-07-2018 12:31:55

இரவில்:

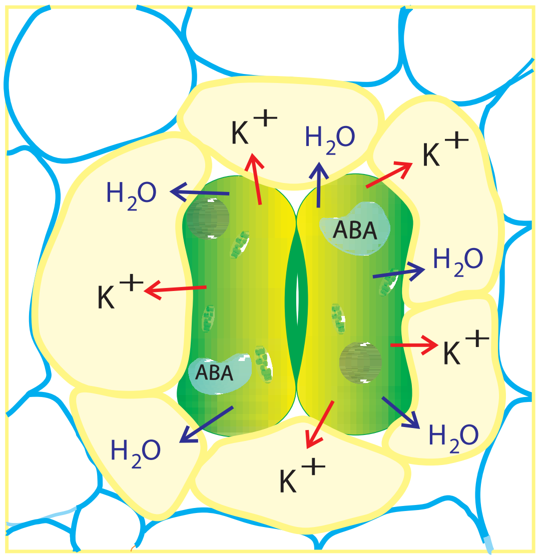
அ) இரவில் ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறுவதில்லை என்றாலும் சுவாசித்தல் தொடர்ந்து நடைபெறுவதால் இலைத்துளை அறையில் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு சேகரமாகிறது.

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 செல்லைவிட்டு வெளியேறுவதைஎளிதாக்குகிறது.

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.

செயல்பாடு

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

உ) வளிமண்டல அழுத்தம்: குறைந்த வளி மண்டல அழுத்தத்தில் நீராவிப்போக்கின் வீதம்

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 83 05-07-2018 12:31:57

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

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. ஒபன்ஷியாவில் நீராவிப்போக்கை குறைப்பதற்காக இலைபோன்று அமைந்த தண்டு காணப்படுகிறது. இதற்குப் **பில்லோகிளாடு** என்று பெயர். ஆஸ்பராகஸ் தாவரத்தில் வரம்புடைய வளர்ச்சியுடைய தண்டு இலைகள் போன்ற அமைப்புகளில் 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. ஒரு சிறந்த நீராவிப்போக்குத் 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 (Low viscosity waxes) 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 (Phenyl mercuric acetate -PMA) 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 (Dodecenyl succinic acid) இலைத் துளை மூடுதலில் பங்கு வகிக்கிறது.

பயன்கள்:

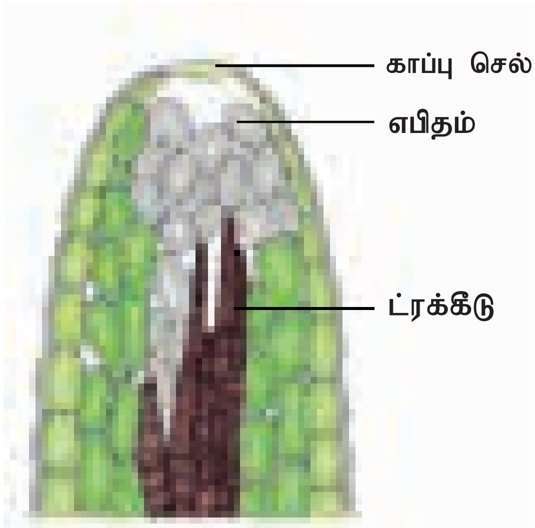
- நீராவிப்போக்குத் தடுப்பான்கள் பயிர் தாவரங்களில் ஏற்படும் பெருமளவு நீர் இழப்பினைத் தடுக்கிறது.

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 84 05-07-2018 12:31:57

• 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 **நீர்கசிவுத் துளை** அல்லது **ஹைடதோடு (Hydathode)** எனப்படும். இத்துளையினுள் அதிகச் செல்லிடைவெளி கொண்டு பரவலாக அமைந்த செல்கள் காணப்படுகின்றன. இவை **எபிதம் (Epithem)** எனப்படும் (படம் 11.18). எபிதம், நரம்புகளின் சைலம் மற்றும் ஃபுளோயம் முடிவில் காணப்படும். ஹைடதோடுகள் வழியாக வரும் நீர் தூய்மையானதல்ல. இது பல்வேறு கரைபொருட்களைப் பெற்ற கரைசலாகும்.



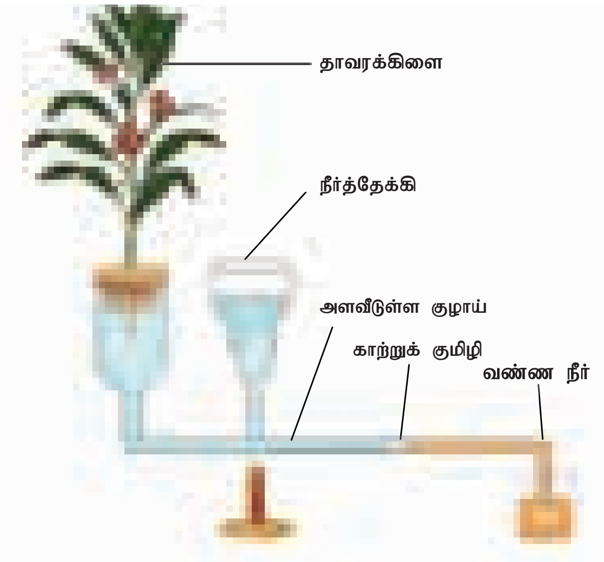
படம் 11.18: ஹைடதோடின் அமைப்பு

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 காற்றுக்குமிழிதோற்றுவிக்கப்பட்டு 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 ($CoCl_2.2H_2O$ or $CoCl_2.4H_2O$) 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.

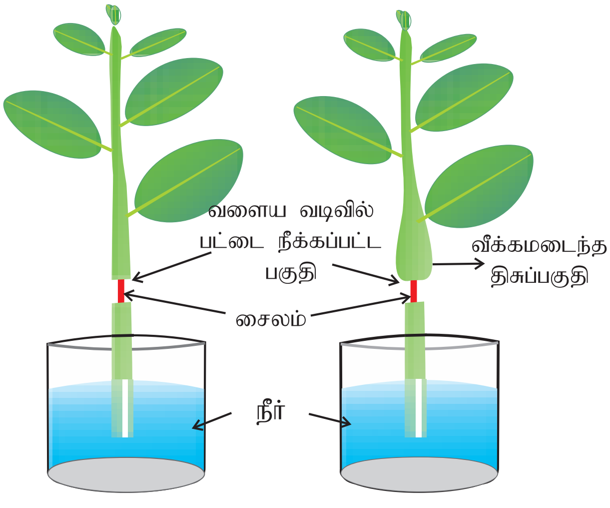
உற்பத்தி செய்யப்படும் இடத்திலிருந்து உணவுபொருளானது அது பயன்படுத்தப்படும் இடத்திற்கு இடம்பெயர்வது **கரிமக் கரைபொருட்களின் இடப்பெயர்ச்சி** எனப்படும். இங்குக் கரைபொருட்கள் என்பது கரைசலில் இடம்பெயரும் உணவுப்பொருட்களைக் குறிக்கும்.

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).



படம் 11.20: வளையச் சோதனை

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 86 05-07-2018 12:32:00

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.

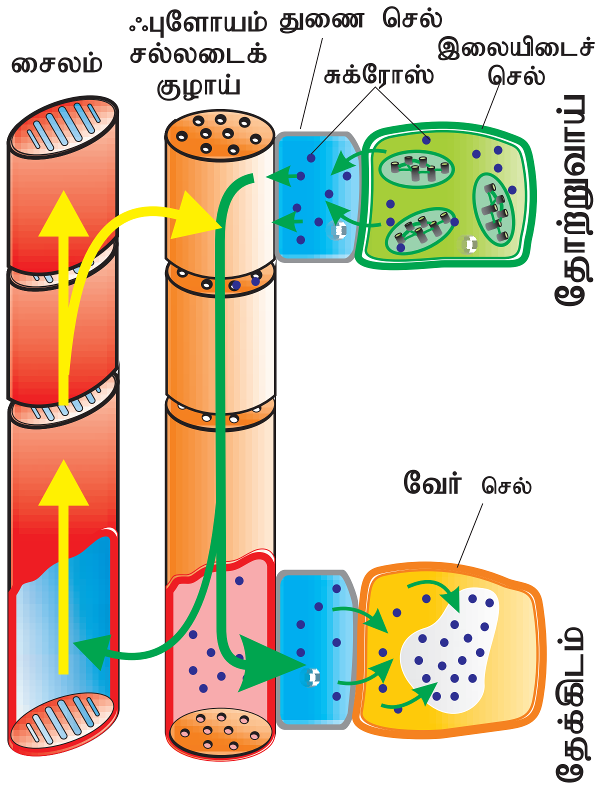
11.7.3 இடப்பெயர்ச்சியின் திசை

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 .



படம் 11.21: தோற்றுவாய் மற்றும் தேக்கிடம்

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).

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.

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

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

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.

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 ஸ்டார்ச்சானது உருவாக்கப்பட்டுச் சேமிக்கப்படுகிறது. சுக்ரோஸ் சைட்டோபிளாசத்தில் உருவாக்கப்பட்டுத் தாவரத்தின் பிற பகுதிகளுக்கு இடம்பெயர்கிறது.

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)விரிவாக்கம்செய்தார்.இக்கொள்கையின்படி கரிமப் பொருட்கள் அல்லது கரைபொருட்கள் அதிகச் சவ்வூடுபரவல் அழுத்தம் உடைய இடத்திலிருந்து (இலையிடைத் திசு) குறைந்த சவ்வூடுபரவல் அழுத்தம் உடைய இடத்திற்கு விறைப்பழுத்தசரிவுவாட்டத்திற்குஏற்றாற்போலச் செல்கிறது. படம் 11.22ல் காட்டியுள்ளவாறு ஒரு எளிய பரிசோதனை அமைப்பின் மூலம்

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 88 05-07-2018 12:32:01

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.

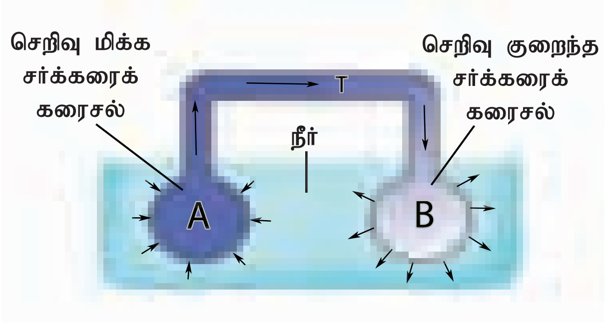
1. அறை "A"-ல் அதிகச் செறிவுள்ள சர்க்கரை கரைசல் ஹைப்பர்டானிக் நிலையில் இருப்பதால் அது நீர்த்தொட்டியிலிருந்து எண்டாஸ்மாஸிஸ் முறையில் நீரை உறிஞ்சுகிறது.

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 செல்களுக்குஒப்பானது.இதுஉணவுப்பொருட்கள் பயன்படுத்தப்படும் இடம். சுருங்கக் கூறின் அறை "B" உணவு பயன்படுத்தப்படும் "தேக்கிடம்".

குழாய் "T" என்பது ஃபுளோயத்தின் சல்லடைக் குழாய்களுக்கு ஒப்பானது.

இலையில் உள்ள சைலத்திலிருந்து (சோதனை அமைப்பில் உள்ள நீர்தொட்டி) நீரானது எண்டாஸ்மாஸிஸ் முறையில் இலையிடைத் திசுவிலுள்ள செல்களுக்குச் செல்வதால் அங்கு விறைப்பழுத்தம் அதிகரிக்கிறது. தண்டு மற்றும் வேர் செல்களில் உள்ள விறைப்பழுத்தமானது ஒப்பீடளவில் 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 கேம்பியம்வழியாகச்சைலத்திற்கு(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 பயன்படுத்தப்படுவதைக்கண்டறிந்துள்ளனர்.

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 வேர்தூவிகளால் 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 மேற் பரப்பில் உள்ள அயனிகளும் மண் துகளில் ஒட்டியுள்ள அயனிகளும் உறுதியாகப் பிணையாமல் ஒரு குறுகிய வட்டப்பரப்பில் ஊசலாடிக் கொண்டுள்ளன. இப்பரப்பு **ஊசலாடும் பரப்பு** (Oscillation volume) எனப்படும். இக்குறுகிய பரப்பு காரணமாக அயனிகள்

படம் 11.23: தொடர்பு பரிமாற்றக் கோட்பாடு

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 90 05-07-2018 12:32:06

ஒன்றுடன் ஒன்று மோதுவதால் தங்களுக்குள் எளிதாகப் பரிமாற்றம் செய்து கொள்கின்றன. (படம் 11.23)

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 ஆக்ஸைடானது 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).

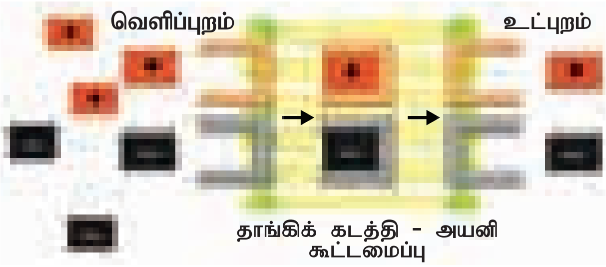
படம் 11.24: கார்பானிக் அமிலப் பரிமாற்றக் கோட்பாடு

11.8.2 ஆற்றல்சார் உள்ளெடுப்பு

செறிவு சரிவு வாட்டத்திற்கு எதிராக வளர்சிதைமாற்ற 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. 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 (Anion Respiration)** அல்லது **உப்பு சுவாசித்தல் (Salt Respiration)** என்று பெயர். இதனை அடிப்படையாக வைத்துச் சைட்டோகுரோம் உந்துசெயல் கொள்கையினை லூண்டிகார்த் (1950, 1954) கீழ்காணும் அனுமானங்களின் அடிப்படையில் முன்மொழிந்தார்.

1) நேர்மின் அயனியின் உள்ளெடுப்பும் எதிர்மின் அயனியின் உள்ளெடுப்பு முறையும் வெவ்வேறானவை.

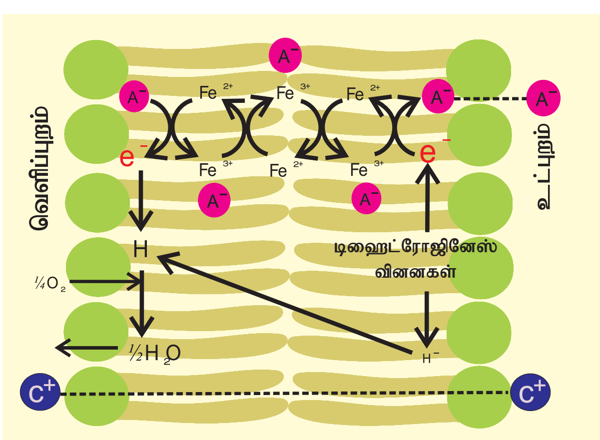
TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 91 05-07-2018 12:32:06

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^+) சேகரமாவதன் காரணமாக ஏற்படும் மின்சரிவு வாட்டத்தினை ஈடுசெய்ய நேர்மின் அயனிகள் (C^+) ஆற்றல்சாரா முறையில் உள் நுழைகின்றன.



படம் 11.26: சைட்டோ குரோம் உந்து செயல் கோட்பாடு

இக்கோட்பாட்டின் குறைகள் பின்வருமாறு,

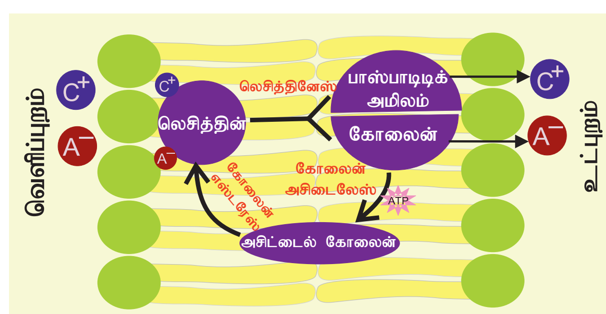
1) இக்கோட்பாட்டிற்கு மாறாக நேர்மின் அயனிகளும் சுவாசித்தலைத் தூண்டுகின்றன.

2) அயனிகளைத் தேர்வு செய்து உள்ளெடுப்பதை 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 (Lecithin)** எனப்படும் **பாஸ்பாடைடுடன் (Phosphatide)** 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 (Choline) ஆகியவை கோலைன் அசிட்டைலேஸ் மற்றும் **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** (Fixed Ions) என்று பெயர். இவ்வகை அயனிகள் அதன் மாற்று மின்சுமை கொண்ட அயனிகளால் சமன்படுத்தப்பட வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாகச் செல்லினுள் நிலைத்த எதிர் மின் அயனிகள் இருப்பதாகக் கருதினால், இதனைச் சமன்படுத்த நேர்மின் அயனிகள் அதிக

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 92 05-07-2018 12:32:06

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

L9I25T

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

2. கீழ்க்கண்டவற்றுள் சரியான கூற்றினைக் கண்டறிக.

   1) அப்போபிளாஸ்ட் என்பது வேகமானது, உயிரற்ற பகுதிகளில் நடைபெறுவது

   2) சவ்வு வழிப்பாதை வாக்குவோலை உள்ளடக்கியது

   3) சிம்பிளாஸ்ட் அருகமைந்த செல்களின்

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 93 05-07-2018 12:32:07

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.

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

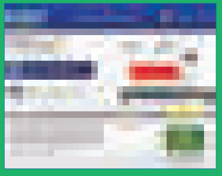
சவ்வின் வழியாக் நடைபெறும்
கடத்துதல் பற்றி அறிவோமா !

படிகள்:

- QR குறியீட்டைப் ஸ்கேன் செய்யவும் அல்லது கூகுளில் PhET என தட்டச்சு செய்யவும்.
- Play with simulation –னைத் தேர்வு செய்து உள் நுழையவும்.
- Biology–யைச் சொடுக்கி membrane channel –லைத் தேர்வு செய்க.
- PhET–இல் membrane channel –லைத் தேர்வு செய்க.
- Round molecule–ஐத் தேர்வு செய்து, சிவப்பு பொத்தானை அழுத்திப் பயன்படுத்தவும்.
- Square molecule –லைத் தேர்வு செய்து அதே போன்று பயன்படுத்தவும்.
- சவ்வு முழுவதும் காணப்படும் மூலக்கூறுகளின் இயக்கத்தை உற்றுநோக்கவும்.

உற்றுநோக்கல்:

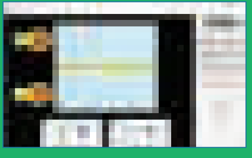
- Leakage channel –லைத் தேர்வு செய்து இயக்கத்தை உற்றுநோக்கவும்.
- திறந்த மற்றும் மூடிய நிலைகளில் gated channel –ஐப் பயன்படுத்தி மூலக்கூறுகளின் இயக்கத்தை உற்றுநோக்கவும்.
- உற்றுநோக்கலின் முடிவுகளைக் குறிப்பெடுக்கவும்.



படி1

படி2

படி3



படி4

உரலி:

https://phet.colorado.edu/

B129_11_BOT_TM

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 95 05-07-2018 12:32:08

அலகு V
தாவர செயலியல்

பாடம் 12

கனிம ஊட்டம்

கற்றல் நோக்கங்கள்

இப்பாடத்தினை கற்போர்

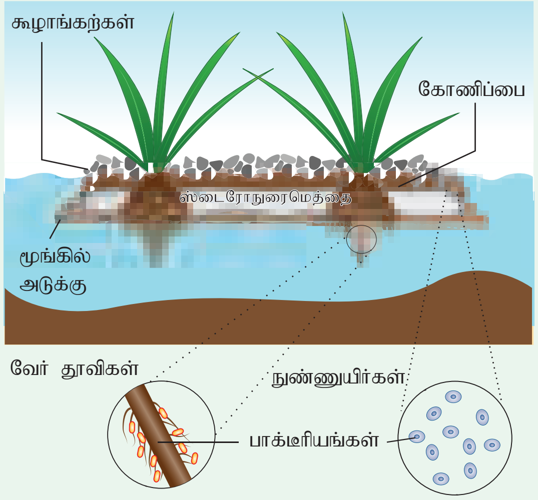
- *கனிம ஊட்டச்சத்துக்களின் தேவையை உணர்தல்*
- *இன்றியமையாக் கனிமங்களின் வகைப்பாடு மற்றும் தேவையான அளவுகோல்களை அறிதல்*
- *நீர்ஊடக மற்றும் காற்றூடக வளர்ப்பு நுட்பங்களைக் கற்றல்*
- *பல்வேறு சிறப்பு வகை ஊட்டமுறைகளை ஒப்பிடுதல்*
- *நைட்ரஜன் நிலை நிறுத்துதலை நினைவு கூறுதல் மற்றும் பகுத்தறிய இயலும்*

பாடஉள்ளடக்கம்

12.1 *கனிமங்களின் வகைப்பாடு.*
12.2 *பெருமூலங்களின் செயல்பாடுகள், உள்ளெடுக்கப்பபடும் முறைகள் மற்றும் பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்.*
12.3 *நுண் ஊட்டமூலங்களின் செயல்பாடுகள், உள்ளெடுக்கப்படும் முறைகள், பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்:*
12.4 *பற்றாக்குறை நோய்கள் மற்றும் அறிகுறிகள்.*
12.5 *தனிமங்களின் தீர்வுக்கட்ட செறிவு மற்றும் நச்சுத்தன்மை.*
12.6 *நீர்ஊடக வளர்ப்பு மற்றும் காற்றூடக வளர்ப்பு*
12.7 *நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம்.*
12.8 *நைட்ரஜன் சுழற்சி மற்றும் நைட்ரஜன் வளர்சிதை மாற்றம்.*
12.9 *சிறப்பு வகை உணவூட்டம்.*

L9RX7G

மாசுநீக்கத்திற்கோர் தீர்வு (A solution to pollution)



இப்புவியின் நீர்நிலை பரப்புகளில் ஊட்டச்சத்து மாசுகளால் ஏற்படும் **மிகை ஊட்ட நிலையை (Eutrophication)** *நீக்க ஓர் தீர்வு கிடைத்துள்ளது.* **சதுப்புநில மிதவை சுத்திகரிப்பு முறை(Floating Treatment Wetlands)** *இதற்குக் குறிப்பிட்ட தீர்வை அளிக்கிறது. இது 3000 சதுர அடி பரப்பளவில் நான்கு அடுக்குகளாக முறையே மிதக்கும் மூங்கில் அடுக்கினை அடிப்பாகமாகவும், அதன்மீது ஸ்டைரோநுரை கணசதுரங்களையும், மூன்றாவது அடுக்காகக் கோணிப்பை கூழாங்கற்களையும் கொண்டவை. கடைசி அடுக்காகச் சுத்திகரிப்பு தாவரங்களாக வெட்டிவேர், சிட்ரொனெல்லா துளசி மற்றும் வைத்தானியா போன்றவை வளர்க்கப்படுகிறது. இம்முறையானது இப்பாடத்தில் விளக்கப்பட்டுள்ள நீர் ஊடக வளர்ப்பு முறையை அடிப்படையாகக் கொண்டது. இத்தாவர வேர்களில் செயற்கையாக வளர்க்கப்படும் நுண்ணுயிரிகளானது நீரில் உள்ள கரிம ஊட்டபொருட்கள் மீது செயல்புரிந்து அவற்றைச் சிதைப்பதன் மூலம் மாசினைக் குறைக்கிறது.*

ஒரு பயணியாக நீங்கள் செல்லும்போது தாவரங்களை உற்றுநோக்க வாய்ப்பு கிடைத்திருக்கும். அனைத்துத் தாவரங்களும் ஒன்றுபோல் இருப்பதில்லை என்ற உண்மையை உணர்ந்திருப்பீர்கள். இயற்கைக்குச் செவிசாய்ப்பதற்குச் சிறிதுநேரம் செலவிடுங்கள். தாவரங்களின் அழகிய இலைகள், மலர்கள் மற்றும் கனிகளை உற்றுநோக்குங்கள்.

அனைத்துத் தாவரங்களும் சீரான மற்றும் ஆரோக்கியமான வளர்ச்சி கொண்டவை எனக் கூறமுடியுமா? சில தாவரங்கள் ஆரோக்கியமின்றி, அமைப்பு மாற்றங்கள், குன்றிய வளர்ச்சி, பச்சையசோகை, நைவுப் புண் போன்ற குறைபாடுகளைக் காட்டுகிறது. இத்தகைய நோய் அறிகுறிகளுக்கான கரணங்களைக் கூறமுடியுமா? இதற்கான காரணங்கள், நோய் உண்டாக்கும் நுண்ணுயிர் தாக்கமாகவோ, காலநிலை காரணியாகவோ அல்லது கனிமங்களின் குறைபாடாகவோ இருக்கலாம்.

இப்பாடத்தில் நாம் கனிமங்களின் வகைப்பாடு, அவற்றின் செயல்பாடுகள், பற்றாக்குறை நோய்கள் மற்றும் அறிகுறிகள், நைட்ரஜன் வளர்சிதை மாற்றம் மற்றும் சிறப்பு வகை உணவூட்டம் பற்றி அறியலாம்.

தாவரங்கள் இயற்கையாகவே வளி மண்டலம், நீர் மற்றும் மண்ணிலிருந்து ஊட்டச்சத்துக்களைப் பெறுகின்றன. கார்பன், நைட்ரஜன் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் ஆகியவை அமைப்புச் சட்டத் தனிமங்கள் எனப்படுகின்றன. இவை மட்டுமே தாவரத்தின் உலர் எடையில் 94% உள்ளது. மேலும் கார்போஹைட்ரேட்டுகள், லிப்பிடுகள் மற்றும் புரதங்கள் போன்ற கரிமசேர்மங்களை உருவாக்குவதில் இத்தனிமங்கள் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன. கனிமம் அல்லாத (Non minerals) இந்தக் கூறுகள் காற்று மற்றும் நீரிலிருந்து பெறப்படுகிறது.

இன்றியமையாத் தன்மையின் அடிப்படையில் கனிமங்கள் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. ஆர்னான் மற்றும் ஸ்டவுட் (Arnon&Stout)(1939) இன்றியமையாக் கனிமங்களைத் தீர்மானிப்பதற்கான அளவுகோல்களை அளித்தனர், அவை பின்வருமாறு

1) தாவரங்களின் வளர்ச்சி மற்றும் மேம்பாட்டிற்கு அவசியமான கூறுகளாக இருத்தல் வேண்டும்.

2) தாவரங்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தில் நேரடியாகப் பங்காற்ற வேண்டும்.

3) ஒரு தனிமத்தின் பற்றாக்குறையை மற்றொன்று பதிலீடு செய்வதாக இருத்தல் கூடாது.

கனிம ஊட்டத்தின் வரலாற்று நிகழ்வுகள்

ஃவன் ஹெல்மாண்ட் (Van Helmont – 1648) – கனிம ஊட்டச்சத்துக்கள் பற்றிய முதல் உற்று நோக்கல் கருத்துக்களை வழங்கினார். ஒரு வில்லோ தாவரத்தை 5 வருடங்கள் வளர்க்கும் போது 56 கிராம் மண் மட்டுமே குறைந்தது. இதன் மூலம் தாவரத்தின் உலர் எடை அதிகரிப்பிற்குக் காரணம் நீரே என்பது அவர் கூற்று.

வுட் வேர்டு (Wood Word – 1699) – மண்ணிலிருந்தே தாவரங்கள் தன் வளர்ச்சிக்கான கனிம ஊட்டச்சத்துக்களைப் பெறுகிறது.

டி சாசர் (De Saussure – 1804) – தாவர வளர்ச்சிக்குக் காரணம் மண்ணிலிருந்து வேர்கள் மூலம் பெறப்படும் நைட்ரஜன் மற்றும் பிற கனிமங்கள்.

லீபிக் (Liebig – 1840) – குறைந்தபட்சத் தேவை விதியை வழங்கினார் இதன்படி மண்ணின் உற்பத்தி திறனானது மண்ணில் காணப்படும் அத்தியாவசியத் தனிமங்களின் குறைந்தபட்ச அளவுடன் தொடர்புடையது.

ஜீலியஸ் வான் சாக்ஸ் (Julius Von Sachs – 1860) – தாவரங்களை வரையறுக்கப்பட்ட ஊட்டச்சத்து கரைசலில் வளர்க்கும் முறையை உருவாக்கினார்.

வில்லியம் ஃபிரட்ரிக் கோயெரிக் (William Frederick Goerick – 1940) – ஹைட்ரோபோனிக்ஸ் (Hydroponics) என்ற சொல்லை உருவாக்கினார். மேலும் இம்முறையில் தாவரங்களை வளர்ப்பதற்கான வணிக ரீதியான தொழில்நுட்பங்களைக் கூறினார்.

4) இதன் குறைபாடு தாவரத்தின் உடல மற்றும் இனப்பெருக்க நிலை முழுமை பெறுவதைப் பாதிக்கக் கூடியதாக இருக்க வேண்டும்.

12.1 கனிமங்களின் வகைப்பாடு

12.1.1 அளவின் அடிப்படையில் கனிமங்களின் வகைப்பாடு

இன்றியமையாத் தனிமங்கள் தேவையின் அடிப்படையில் பெரும ஊட்டமூலங்கள், நுண் ஊட்டமூலங்கள் மற்றும் வகைப்படுத்தப்படாத கனிமங்கள் எனப் பிரிக்கப்படுகின்றது. அதிக அளவில் தேவைப்படும் இன்றியமையாத் தனிமங்கள் பெரும ஊட்டமூலங்கள் (Macro nutrients) என அழைக்கப்படுகிறது. குறைவான செறிவில் தேவைப்படும் அத்தியாவசியத் தனிமங்கள் நுண் ஊட்டமூலங்கள் (Micro nutrients) எனப்படும்.

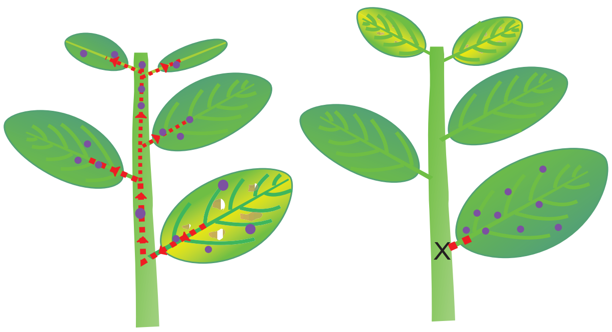
சோடியம், சிலிக்கான், கோபால்ட் மற்றும் செலினியம் போன்ற தனிமங்கள் அத்தியாவசிய ஊட்டச்சத்துக்களின் பட்டியலில் சேர்க்கப்படவில்லை. ஆனால் சில தாவரங்களின் செயல்பாட்டிற்கு இவை தேவைப்படுகின்றன. இந்தத் தனிமங்கள் வகைப்படுத்தப்படாத கனிமங்களின் பட்டியலில் வைக்கப்பட்டுள்ளன. இத்தனிமங்கள் சில குறிப்பிட்ட பணிகளுக்குத் தேவைப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாகச் சிலிக்கான் பூச்சி எதிர்ப்பு, நீரோட்டத்தால் சாய்தலைத் தடுக்க மற்றும் செல்சுவர் உருவாக்கத்திற்கு ஈக்யுஸிட்டேசி (ஈக்யுஸிட்டம்) சைப்பரேசி, கிராமினே ஆகிய குடும்பங்களின் தாவரங்களுக்கு தேவைப்படுகிறது.

12.1.2 இடப்பெயர்வு சார்ந்த கனிமங்களின் வகைப்பாடு

பற்றாக்குறை அறிகுறிகள் முதலில் தோன்றுமிடத்தை வைத்து முதிர்ந்த மற்றும் இளம் இலைகளின் வேறுபாட்டை உணரலாம். இதற்கு முக்கிய காரணம் கனிமங்களின் இடப்பெயர்வாகும். இதன் அடிப்படையில்

அ) விரைவாக இடம் பெயரும் தனிமங்கள்

ஆ) ஒப்பீட்டளவில் இடம்பெயராத தனிமங்கள் என வகைப்படுத்தபடுகிறது. (படம் 12.1)



படம் 12.1 கனிமங்களின் இடப் பெயர்ச்சி

அ. விரைவாக இடம் பெயரும் கனிமங்கள்
நைட்ரஜன், பாஸ்பரஸ், பொட்டாசியம், மெக்னீசியம், குளோரின், சோடியம், துத்தநாகம் மற்றும் மாலிப்டினம் விரைவாக இடம்பெயரும் தனிமங்கள். இளம் இலைகளை நோக்கி தனிமங்கள் விரைவாக இடம்பெயர்வதால் பற்றாக்குறை அறிகுறிகள் முதிர்சியடைந்த, உதிரும் நிலையில் உள்ள இலைகளில் தோன்றுகிறது.

கனிமங்களின் வகைகள்		
பெருும ஊட்ட மூலங்கள்	நுண் ஊட்ட மூலங்கள்	வகைப்படுத்தப்படாத தனிமங்கள்
திசு செறிவில் 10 மி.மோல் kg^{-1} க்கு அதிகமாகவோ அல்லது ஒரு கிராம் உலர் எடையில் 0.1 முதல் 10 மி.கிராம் அளவில் தேவைப்படுதல். எடுத்துக்காட்டுகள்: C, H, O, N, P, K, Ca, Mg மற்றும் S	திசு செறிவில் 10 மி.மோல் kg^{-1} க்கு குறைவாகவும் அல்லது ஒரு கிராம் உலர்எடையில் 0.1மி. கிராமிற்குக் குறைவான அளவில் தேவைப்படுதல். எடுத்துக்காட்டுகள்: Fe, Mn, Cu, Mo, Zn, B, Cl மற்றும் Ni	சில குறிப்பிட்ட தாவரங்களில் முக்கியச் செயல்பாட்டிற்கு மிகக் குறைந்த அளவு தேவைப்படுபவை. எடுத்துக்காட்டுகள்: சோடியம், கோபால்ட், சிலிக்கான் மற்றும் செலினியம்.

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH12_TAMIL.indd 98 05-07-2018 12:33:39

ஆ. ஒப்பீட்டளவில் இடம் பெயராத கனிமங்கள் கால்சியம், கந்தகம், இரும்பு, போரான் மற்றும் தாமிரம் போன்ற தனிமங்கள் எளிதில் இடம்பெயர்வதில்லை. எனவே, பற்றாக்குறை அறிகுறிகள் முதலில் இளம் இலைகளில் தோன்றுகிறது.

12.1.3 செயல்பாட்டின் அடிப்படையில் கனிமங்களின் வகைப்பாடு

அ. அமைப்புச் சட்டத் தனிமங்கள் கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன் மற்றும் நைட்ரஜன் போன்ற தனிமங்கள் அடிப்படை அமைப்பிற்கு அவசியமானவை.

ஆ. நொதிகளின் செயல்பாட்டிற்கான தனிமங்கள் வளிமண்டல நைட்ரஜனை அம்மோனியாவாக ஒடுக்கம் அடையசெய்யும் வினையைச் செயல்படுத்தும் நைட்ரோஜினேஸ் நொதிக்கு மாலிப்டினம்(Mo) அவசியம். ஆல்கஹால் டிஹைட்ரோஜினேஸ் மற்றும் கார்பனிக் அன்ஹைட்ரேஸ் நொதிகளின் செயல்பாட்டிற்குத் துத்தநாகம் (Zn) ஊக்கியாகச் செயல்படுகிறது.

RUBP கார்பாக்சிலேஸ் – ஆக்ஸிஜினேஸ் மற்றும் PEP கார்பாக்சிலேஸ் போன்ற நொதிகளின் ஊக்கியாக மெக்னீசியம்(Mg) செயல்படுகிறது. யூரியேஸ் மற்றும் ஹைட்ரோஜினேஸ் நொதியின் பகுதி கூறாக நிக்கல்(Ni) உள்ளது.

இ. சவ்வூடுபரவல் திறனுக்கான தனிமங்கள் சவ்வூடுபரவல்திறனைக்கட்டுப்படுத்துவதற்குப் பொட்டாசியம்(K) முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது. சவ்வூடுபரவல் திறனே நீர்உறிஞ்சுதல், இலைத்துளை இயக்கம் மற்றும் விரைப்பழுத்தத்திற்கு காரணமாக உள்ளது.

ஈ. ஆற்றலுக்கான தனிமங்கள் பச்சையத்தில் காணப்படும் மெக்னீசியம், ATP யில் உள்ள பாஸ்பரஸ் ஆகியவை இதற்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

12.2 பெருமூலங்களின் செயல்பாடுகள், உள்ளெடுக்கப்படும் முறைகள் மற்றும் பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்

இப்பகுதியில் பெருமூலங்களின் செயல்பாடுகள், உள்ளெடுக்கப்படும் முறைகள் மற்றும் பற்றாக்குறை அறிகுறிகள் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.

1. **நைட்ரஜன் (N):** மிக அதிக அளவில் தாவரங்களுக்குத் தேவைப்படும் தனிமம், புரதங்கள், நியுக்ளிக் அமிலங்கள், அமினோ அமிலங்கள், வைட்டமின்கள், ஹார்மோன்கள், ஆல்கலாய்டுகள், பச்சையம் மற்றும் சைட்டோகுரோம் ஆகிய அனைத்தின் ஆக்கத்திற்கும் தேவைப்படுகிறது. இது நைட்ரேட்(NO_3)வடிவில்உள்ளெடுக்கப்படுகிறது.

குறைபாடு: பச்சையசோகை(Chlorosis), குன்றிய வளர்ச்சி, ஆந்தோசயனின் நிறமி தோற்றம்.

2. **பாஸ்பரஸ் (P):** செல்சவ்வு, புரதங்கள், நியுக்ளிக் அமிலங்கள், ATP, NADP, பைட்டின் மற்றும் பாஸ்பேட் பெற்ற சர்க்கரை ஆகியவற்றில் காணப்படுகிறது. $H_2PO_4^+$ மற்றும் HPO_4^- அயனிகளாக உள்ளெடுக்ககப்படுகிறது.

பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்: வளர்ச்சி குன்றுதல், ஆந்தோசயனின் நிறமிகள் தோன்றுதல், நைவுப் புண்கள் (Necrosis) உருவாதல், கேம்பிய செயல்பாட்டின் ஒடுக்கம், வேர் வளர்ச்சி குன்றுதல், கனி முதிர்வடைவதில் பாதிப்பு.

3. **பொட்டாசியம் (K):** செல்லின் சவ்வூடுபரவல் திறன் மற்றும் விறைப்பழுத்தத்தை கட்டுப்படுத்தி இலைத்துளை மூடி, திறக்க உதவுதல், புளோயத்தில் நடைபெறும் கடத்தல் செயல், நொதிகளின் செயல்பாடு மற்றும் அயனி பரிமாற்றம் மூலம் அயனி சமநிலையை உண்டாக்குதல் ஆகியவை இதன் பணிகளாகும். K^+ அயனிகளாக உள்ளெடுக்ககப்படுகிறது.

பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்: விளிம்பு பச்சைய சோகை, நைவுப் புண்கள்(Necrosis), கேம்பிய செயல்பாடு குறைதல், முனை ஆதிக்கப் பாதிப்பு, தானியங்களில் நீரோட்ட தலைசாய்வு மற்றும் இலைவிளிம்பு சுருள்தல்.

4. **கால்சியம் (Ca):** செல்லின் இடையடுக்கில் உருவாகும் கால்சியம் பெக்டேட் உற்பத்திக்கு இது உதவுகிறது. மைட்டாடிக் பகுப்பின் போது கதிர்கோல் இழை உருவாகவும், மைட்டாடிக்

> **உங்களுக்குத் தெரியுமா?**
>
> **NPK உரங்கள்:** நைட்ரஜன் பாஸ்பேட் மற்றும் பொட்டாசியம் பல விகிதங்களில் கலந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. பையின் மீது காணப்படும் 15–15–15 என்பது அதன் விகிதத்தைக் குறிப்பிடுகிறது.

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH12_TAMIL.indd 99 05-07-2018 12:33:39

செல்பிரிவு, செல் சவ்வின் ஊடுறுவு திறனை மேம்படுத்தவும், லிப்பிடு வளர்சிதை மாற்றத்திற்கும் இது மிக அவசியம். பாஸ்போலிப்பேஸ், எடிபியேஸ், அமைலேஸ் மற்றும் அடினைல் கைனேஸ் நொதிகளின் ஊக்குவிப்பானாக இது செயல்படுகிறது. Ca^{2+} அயனியாக உள்ளெடுக்கப்படுகிறது.

பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்: பச்சையச் சோகை, நைவுப் புண்கள், குன்றிய வளர்ச்சி, இலை மற்றும் மலர்கள் உதிர்தல், விதை உருவாவதை தடை செய்தல், செலரியில் மையக் கருக்கல் நோய் தோன்றுதல், சர்க்கரை வள்ளி கிழங்கு, வாழை மற்றும் தக்காளியின் இலை நுனி கொக்கி போல் வளைதல்.

5. மெக்னீசியம்(Mg): பச்சையம் நிறமியின் பகுதிக்கூறாக இது உள்ளது.கார்போஹைட்ரேட் வளர்சிதை மாற்ற நொதிகளின்(RUBP கார்பாக்சிலேஸ் மற்றும் PEP கார்பாக்சிலேஸ்) ஊக்குவிப்பானாக உள்ளது. DNA மற்றும் RNA உருவாக்கத்தில் பயன்படுகிறது. ரைபோசோம் துணை அலகுகள் இணைப்பிற்குத் தேவைப்படுகிறது. Mg^{2+} அயனியாக உள்ளெடுக்கப்படுகிறது.

பிணைப்பு காரணிகள் (Chelating agents)

EDTA (வேதி பிணைப்பு காரணிகள்)

கார மண்ணில் வளரும் தாவரங்களுக்கு அனைத்து ஊட்டச்சத்துக்களை இரும்புசத்துடன் சேர்த்து அளித்தாலும் இரும்புசத்து குறைபாட்டினைக் கொண்டிருக்கும். இதனைச் சரி செய்வதற்கு இரும்பு சத்தினைக் கரையக் கூடிய பொருளாக மாற்றச் EDTA (Ethylene Diamine Tetra Acetic acid) சேர்க்கப்பட்டுப் பின்னர் Fe-EDTA ஆக மாற்றம் அடைந்து இரும்பு கனிமத்தை உள்ளெடுக்க உதவுகிறது.

சிட்ரோஃபோர்கள் (Siderophores) (உயிரியல் பிணைப்பு காரணிகள்)

சிட்ரோஃபோர்கள் மண்ணில் வாழும் பாக்டிரியாங்களினால் உருவாக்கப்படும் இரும்பு தனிமத் தாங்கிகள். இவைகள் பெர்ரிக் அயனிகளைச் (Fe^{3+}) சுற்றுச்சூழல் மற்றும் ஓம்புயிரிகளிலிருந்து பெற்றுப் பிணைக்க உதவுகிறது.

பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்: நரம்பிடைப் பச்சையச் சோகை, நைவுப் புண்கள் ஆந்தோசயனின் நிறமிகளின் உருவாக்கம், புகையிலையில் மண் மிகைநீர் ஓட்டநோய் (Sand drown of tobacco).

6. சல்பர் (S): சிஸ்டைன், சிஸ்டீன் மற்றும் மெத்தியோனின் அமினோ அமிலங்களின் அமைப்புக் கூறாகச் சல்பர் உள்ளது. துணைநொதி A, வைட்டமின்கள் பயோடின், தையமின், புரதம் மற்றும் பெரடாக்சின் ஆகியவற்றின் பகுதிக் கூறாக இது உள்ளது. தாவரங்கள் சல்ஃபரை, சல்பேட் (SO_4^-) அயனியாக உள்ளெடுக்கின்றன.

பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்: பச்சையசோகை, ஆந்தோசயனின் நிறமி உருவாக்கம், குன்றிய வளர்ச்சி, இலைநுனி சுருளுதல் மற்றும் லெகூம் தாவரங்களில் குறைவான வேர்முடிச்சுகள் உருவாதல்.

12.3 நுண் ஊட்டமூலங்களின் செயல்பாடுகள், உள்ளெடுக்கப்படும் முறைகள், பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்:

நுண்மூலங்கள் குறைவான அளவில் தேவைப்பட்டாலும் தாவரங்களின் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு இவை மிக அவசியம். இவை பல்வேறு தாவரங்களின் முக்கிய செயல்களில் பங்காற்றுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: போரான் கார்போஹைட்ரேட் கடத்தலுக்கு உதவுகிறது. மாலிப்டினம் நைட்ரஜன் வளர்சிதை மாற்றத்திலும், துத்தநாகம் ஆக்ஸின் உருவாக்கத்திற்கும் உதவுகின்றன.

தாவர ஊட்டத்தில் சில முக்கிய நுண் ஊட்டமூலங்களின் செயல்பாடுகள், உள்ளெடுக்கப்படும் முறைகள், பற்றாக்குறை அறிகுறிகள் மற்றும் பற்றாக்குறை நோய்கள்பற்றி காண்போம்.

1. இரும்பு (Fe): பெருமூலங்களை விடக் குறைவாகவும் பிற நுண்மூலங்களை விட அதிகமாகவும் இது தேவைப்படுகிறது. எனவே இவை இரண்டில் ஏதேனும் ஒரு பிரிவில் வைத்து வகைப்படுத்தப்படுகிறது. பச்சையம் மற்றும் கரோடினாய்டு நிறமிகள் உருவாக்கத்தில் பயன்படுகிறது. சைட்டோகுரோம், பெரடாக்ஸின், பிளேவோபுரதம், பச்சையம் உருவாதல் மற்றும்

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH12_TAMIL.indd 100 05-07-2018 12:33:39

பார்ஃபைரின் ஆகியவற்றின் பகுதி பொருளாக உள்ளது.

பெராக்ஸிடேஸ், கேட்டலேஸ் நொதிகளின் ஊக்குவிப்பானாக உள்ளது. பெரஸ் (Fe^{2+}) மற்றும் பெர்ரிக்(Fe^{3+}) அயனியாக உள்ளெடுக்கப்படுகிறது. பெரும்பாலும் கனி தரும் மரங்களே இரும்புசத்து குறைபாட்டினால் அதிகம் பாதிப்படைகின்றன.

பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்: நரம்பிடைப் பச்சையச் சோகை, குட்டையான மெலிந்த தண்டு தோன்றுதல் மற்றும் பச்சையம் உருவாதலை தடைசெய்தல்.

2. மாங்கனீசு (Mn): கார்பாக்சலேஸ், ஆக்ஸிடேஸ், டீஹைட்ரோஜினேஸ் மற்றும் கைனேஸ் நொதிகளின் ஊக்கியாக உள்ளது. ஒளிச்சேர்க்கை செயலின்போது நீரின் ஒளிபிளப்பு நிகழ்விற்கு(Photolysis) இது தேவைப்படுகிறது. Mn^{2+} அயனியாக உள்ளெடுக்கப்படுகிறது.

பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்: நரம்பிடைப் பச்சையச் சோகை, ஓட்ஸ் தாவரத்தில் சாம்பல் புள்ளி நோய், குன்றிய வேர்த் தொகுப்பு.

3. தாமிரம் (Cu): பிளாஸ்டோசயனின் புரதத்தினை அமைக்க உதவுகிறது. ஃபீனாலேஸ் மற்றும் டைரோசினேஸ் நொதிகளின் அமைப்பு கூறாக உள்ளது. ஆக்ஸிகரன-ஒடுக்க வினைகளில் ஈடுபடும் நொதிகள், ஆக்ஸிடேஸ், சைட்டோகுரோம் ஆக்ஸிடேஸ் ஆகியவற்றின் பகுதிக்கூறாக உள்ளது. அஸ்கார்பிக் அமில உற்பத்தி கார்போஹைட்ரேட்-ஹைட்ரஜன் சமநிலைக்கு உதவுகிறது. குப்ரிக் (Cu^{2+}) அயனியாக இது உள்ளெடுக்கப்படுகிறது.

பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்: சிட்ரஸ் தாவரத்தில் தண்டு நுனியடி இறப்பு(Die back) பின்பக்க இறப்பு, தானியங்கள் மற்றும் லெகூம் தாவரங்களில் ஏற்படும் நுனி உதிர்தல் நோய் (Reclamation disease), பச்சையசோகை, திசு இறப்பு மற்றும் சிட்ரஸ் தாவரத்தில் எக்சாந்திமா நோய் (Exanthema).

4. துத்தநாகம் (Zn): இண்டோல் அசிட்டிக் அமிலம் (IAA) உற்பத்திக்கு அவசியம், கார்பாக்ஸிலேஸ், ஆல்கஹால் டிஹைட்ரோஜினேஸ், கார்பாக்ஸிபெப்டிடேஸ் மற்றும் டிரிப்டோபேன் சிந்தட்டேஸ் நொதிகளின் ஊக்கிவிப்பானாக செயல்படுகிறது. Zn^{2+} அயனியாக உள்ளெடுக்கப்படுகிறது.

பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்: ஆக்ஸின் குறைபாடு காரணமாக இலைகள் சிறுத்து மற்றும் பல்வண்ணமடைதல், நரம்பிடைப் பச்சையச் சோகை, குன்றிய வளர்ச்சி, நைவுப் புண்கள் மற்றும் நெல்லின் கெய்ரா நோய் (Khaira disease of rice).

5. போரான் (B): கார்போஹைட்ரேட் கடத்தல், Ca^{++} அயனி உள்ளெடுப்பு மற்றும் பயன்பாட்டில் பங்குபெறுதல், மகரந்ததாள் வளர்ச்சி, நைட்ரஜன் வளர்சிதை மாற்றம், கொழுப்பு வளர்சிதை மாற்றம், செல் நீட்சியடைதல் மற்றும் வேறுபாடடைதல் போன்றவற்றிற்கு இது உதவுகிறது. இவை Bo^{3-} அயனிகளாக உள்ளெடுக்கப்படுகிறது.

பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்: வேர், தண்டு நுனி இறப்பு, இலைகள், கனிகள் முதிரும் முன்னரே உதிர்தல். பீட்ரூட்டின் பழுப்பு மையக் கருக்கல் நோய், ஆப்பிளின் கனி உள்திசு தக்கை நோய் மற்றும் கனிகளின் பிளவு நோய்.

6. மாலிப்டினம் (Mo): நைட்ரோஜினேஸ் மற்றும் நைட்ரேட் ரிடக்டேஸ் நொதிகளின் பகுதிக்கூறாக உள்ளது. நைட்ரஜன் வளர்சிதைமாற்றம் மற்றும் நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தத்தில் பங்குபெறுகிறது. மாலிப்டேட் (Mo^{2+}) அயனியாக உள்ளெடுக்கப்படுகிறது.

பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்: பச்சையசோகை, திசு இறப்பு, மலர் உருவாதல் தாமதமடைதல், குன்றிய வளர்ச்சி, காலிஃபிளவரில் சாட்டை வால் நோய் (Whiptail disease of Cauliflower).

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

கால்மோடுலின் (Calmodulin)

கால்மோடுலின் என்பது கால்சியத்தின் அளவை மாற்றியமைக்கும் புரதம். இது யுகேரியோட்டிக் செல்களில் கால்சியத்தை இணைக்க உதவுகிறது. இது வெப்பத்தைத் தாங்கும் மற்றும் நுண்ணிய வளர்சிதைமாற்ற ஒழுங்கமைவில் பங்குபெறும் புரதம்.

7. குளோரின் (Cl): அயனி சமநிலைக்கு உதவுகிறது. செல்பகுப்பு மற்றும் ஒளிச்சேர்க்கையின் போது நீரின் ஒளி பிளத்தலில் பயன்படுகிறது. Cl^- அயனியாக உள்ளெடுக்கப்படுகிறது.

பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்: இலை நுனி வாடல் நோய் தோன்றுதல்

8. நிக்கல் (Ni): யுரியேஸ் மற்றும் ஹைட்ரோஜினேஸ் நொதிகளின் துணை காரணியாகப் பங்குபெறுகிறது.

பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்: இலைகளின் நுனி இறப்பு.

12.4 பற்றாக்குறை நோய்கள் மற்றும் அறிகுறிகள்

கீழ்க்கண்ட அட்டவணை கனிமங்களின் பற்றாக்குறை அறிகுறிகள் பற்றிய குறிப்பினைத் தருகிறது.

செயல்பாடு

கனிம ஊட்டச்சத்து பற்றாக்குறை அறிகுறிகள் பெற்ற இலைகளைச் சேகரித்து, விளிம்பு பச்சையசோகை, நைவுப் புண்கள், நரம்பிடைப் பச்சையசோகை, சிற்றிலை மற்றும் கொக்கி இலை நோய்களில் ஆந்தோசயனின் பெற்ற இலைகள் ஆகியவற்றைஅட்டவணைப்படுத்தி ஆசிரியரிடம் மேலும் விளக்கங்களைக் கேட்டறிக.

12.2 பற்றாக்குறை நோய்கள் மற்றும் அறிகுறிகள்

	பற்றாக்குறை அறிகுறிகள் / நோய்கள்	குறைப்பாட்டு கனிமங்கள்
1.	பச்சையச் சேர்க்கை (Chlorosis)	ஹைட்ரஜன், பொட்டாசியம், மெக்னீசியம், சல்பர், இரும்பு, மாங்கனீசு, துத்தநாகம் மற்றும் மாலிப்டினம்
	அ. நரம்பிடைப் பச்சையச் சோகை	மெக்னீசியம், இரும்பு, மாங்கனீசு மற்றும் துத்தநாகம்
	ஆ. விளிம்பு பச்சையச் சோகை	பொட்டாசியம்
2.	நைவுப் புண்கள் (Necrosis) திசு இறப்பு	மெக்னீசியம், பொட்டாசியம், கால்சியம், துத்தநாகம், மாலிப்டினம் மற்றும் தாமிரம்
3.	குன்றிய வளர்ச்சி	நைட்ரஜன், பாஸ்பரஸ், கால்சியம், பொட்டாசியம் மற்றும் சல்பர்
4.	ஆந்தோசயனின் உருவாக்கம்	நைட்ரஜன், பாஸ்பரஸ், மெக்னீசியம் மற்றும் சல்பர்
5.	மலர்தல் தாமதப்படுதல்	நைட்ரஜன், சல்பர் மற்றும் மாலிப்டினம்
6.	தண்டின் அடிநுனி இறப்பு, நுனி உதிர்தல் நோய், சிட்ரஸ் தாவரத்தில் எக்சாந்தீமா (பட்டையில் வெண்நிற கோந்து கசிதல்)	தாமிரம்
7.	கொக்கி போன்ற இலை நுனி	கால்சியம்
8.	சிற்றிலை நோய்	துத்தநாகம்
9.	டர்னிப், பீட்ரூட்டில் பழுப்பு மையக் கருக்கல் நோய் மற்றும் ஆப்பிளின் உள்திசு தக்கை நோய்	போரான்
10.	காலிப்ளவர் மற்றும் முட்டைகோஸின் சாட்டை வால் நோய்	மாலிப்டினம்
11.	இலைநுனி சுருண்டு வளைதல்	பொட்டாசியம்

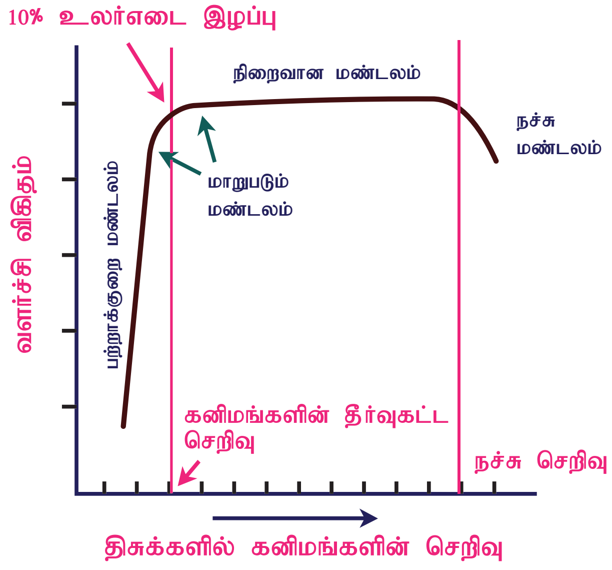
TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH12_TAMIL.indd 102 05-07-2018 12:33:40

12.5 தனிமங்களின் தீர்வுக்கட்ட செறிவு மற்றும் நச்சுத்தன்மை

12.5.1 தீர்வுக்கட்ட செறிவு (Critical Concentration)

உற்பத்தித் திறனை அதிகரிக்கவும், நச்சுத்தன்மையை தவிர்க்கவும் தனிமங்களின் தீர்வுக்கட்ட செறிவைப் பற்றி அறிவது அவசியம்.

தீர்வுக்கட்ட செறிவைவிடக் குறைவான அளவு கனிமங்களின் செறிவு உள்ளபோது பற்றாக்குறை அறிகுறிகளையும், இதைவிடச் செறிவு அதிகரிக்கும்போது நச்சுதன்மையையும் ஏற்படுத்துகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட தனிமச் செறிவின் போது, தாவரத்தின் உலர் எடையில் 10% திசு இழப்பு ஏற்பட்டால், அது நச்சுதன்மை அளவு எனக் கருதப்படுகிறது. படம் 12.2, தீர்வுகட்ட செறிவினைப் பற்றி விளக்குகிறது.



படம் 12.2 தீர்வுகட்ட செறிவு(Critical Concentration)

12.5.2 கனிமங்களின் நச்சுத்தன்மை:

அ. மாங்கனீசு நச்சுத்தன்மை

மாங்கனீசு செறிவு அதிகரிக்கும்போது இரும்பு மற்றும் மெக்னீசியத்தை எடுத்துக்கொள்ளும் திறனைத் தடுக்கிறது. மேலும் கால்சியம் தண்டின் நுனிப்பகுதிக்குக் கடத்தப்படுவதையும் தடுக்கிறது. இதன்மூலம் Fe, Mg மற்றும் Ca பற்றாக்குறை நோயை ஏற்படுத்துகிறது. மாங்கனீசு நச்சுதன்மையின் அறிகுறிகள் பழுப்பு புள்ளிகள் சூழ்ந்து பச்சையச் சோகையுடைய நரம்புகள் தோன்றுவதாகும்.

ஆ. அலுமினியம் நச்சுத்தன்மை

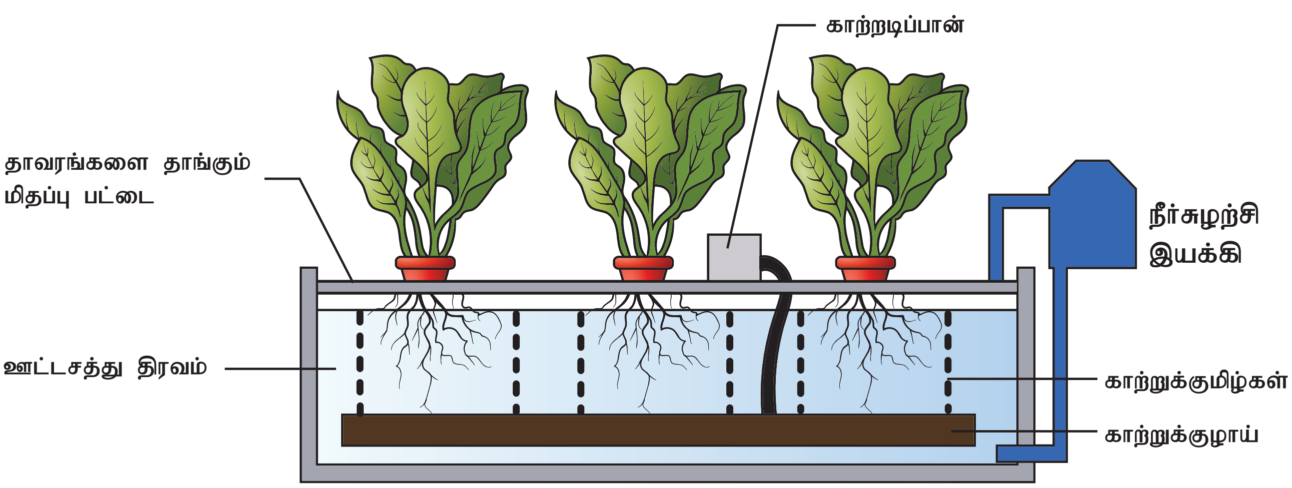
அலுமினியத்தின் நச்சுதன்மை காரணமாக நியுக்ளிக் அமிலமானது வீழ்படிகிறது, ATPயேஸ் நொதியின் செயல்பாடு தடைபடுகிறது. செல் பகுப்பை தடை செய்தல் மற்றும் பிளாஸ்மா சவ்வுடன் கால்மோடுலின் பிணைவதைத் தடுக்கிறது.

கனிமங்களின் இடப்பெயர்ச்சி. மற்றும் கோட்பாடுகளுக்கு பாடம்–13 யைப் பார்க்கவும்.

12.6 நீர் ஊடக வளர்ப்பு மற்றும் காற்றூடக வளர்ப்பு

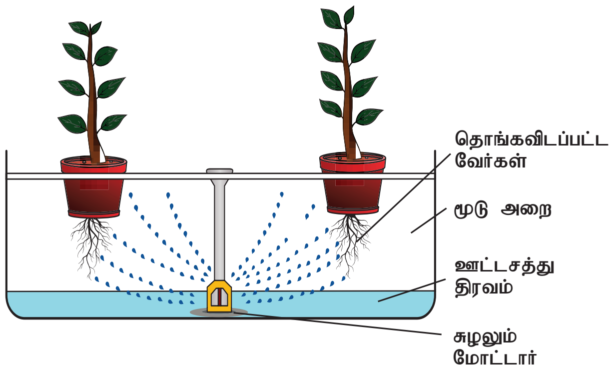
12.6.1 நீர் ஊடக வளர்ப்பு(Hydroponics): இது ஒரு மண்ணில்லா வளர்ப்பு முறையாகும்.

கனிம ஊட்டகரைசலில் தாவரங்களை வளர்க்கும் இம்முறையினை வான் சாக்ஸ் (Von Sachs) உருவாக்கினார். இதற்குறிய கனிம ஊட்டச் சத்து கரைசல்கள் முறையே நாப்ஸ் கரைசல் (Knop solution) (1865), ஆர்னான் மற்றும் ஹாக்லேண்டு கரைசல் (Arnon & Hogland solution) ஆகியவை ஆகும்.



படம் 12.3 நீர்ஊடக வளர்ப்பு (Hydroponics)

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH12_TAMIL.indd 103 05-07-2018 12:33:40



படம் 12.4 – மாறுபடும் சிக்கலான செறிவு

கோயெரிக் (Goerick–1940) என்பவர் ஹைட்ரோபோனிக்ஸ் (Hydroponics) என்ற சொல்லை அறிமுகப்படுத்தினார். வணிக ரீதியான ஹைட்ரோபோனிக்ஸ் தொழில்நுட்பங்களை உருவாக்கியவரும் இவரே. ஹைட்ரோபோனிக்ஸ் முறையில், தாவரத்தின் வேர்களைக் கனிமங்கள் கரைந்துள்ள ஊட்டச்சத்து திரவத்தில் முழுவதும் மூழ்கிய நிலையில் வைத்து வளர்க்கப்படுகிறது. தேவையான காற்று குழாயின் மூலம் செலுத்தப்படுகிறது. (படம் 12.3)

12.6.2 காற்றூடக வளர்ப்பு(Aeroponics)

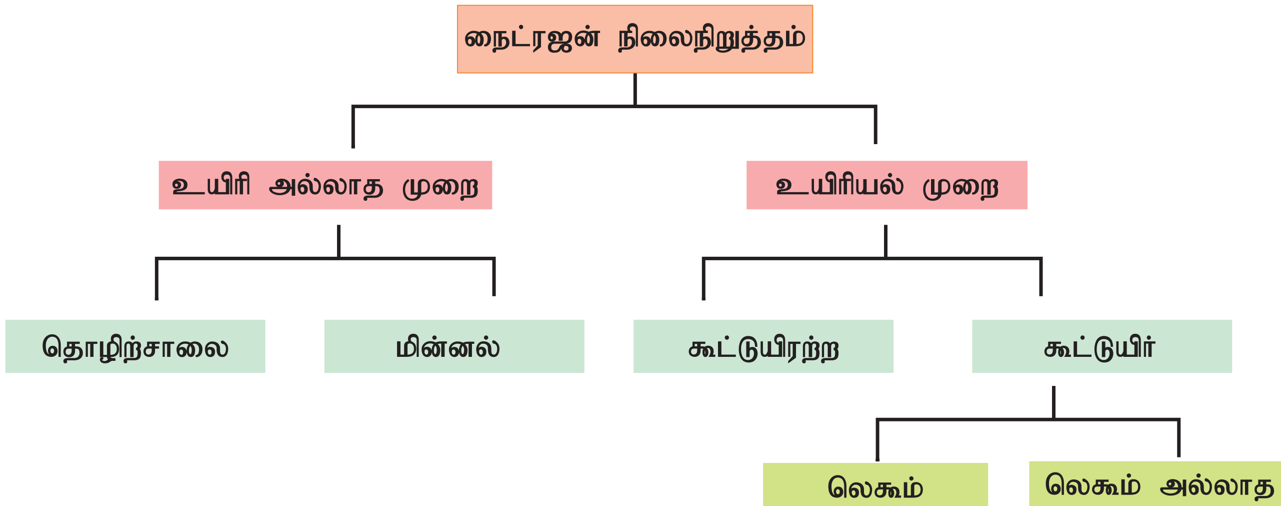
இந்தத் தொழில்நுட்பத்தை உருவாக்கியவர்கள் சோஃபர் ஹில்லல் (Soifer Hillel) மற்றும் டேவிட் டர்ஜர் (David Durger) ஆவர். இம்முறையில் வேரானது ஊட்டச்சத்து திரவத்திற்கு மேலே காற்றில் மிதந்தபடி இருக்குமாறு தாவரங்கள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். அத்துடன் ஊட்டச்சத்து திரவம் சுழலும் மோட்டாரின் உதவியோடு வேர்கள் மீது தெளிக்கப்படுகிறது. (படம் 12.4)

12.7 நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம்

இயற்கையின் வியத்தகு செயல் என்பது தன்னைத்தானே ஒழுங்குபடுத்துதல் ஆகும். அனைத்து உயிரினங்களும் உயிர்வேதிய சுழற்சிகளின் பங்காற்றும் கருவிகளாகச் செயல்படுகின்றன. நைட்ரஜன் சுழற்சி சிறப்பாக ஒழுங்குபடுத்தப்பட்ட ஒரு சுழற்சியாகும். இப்புவியின் உயிரினங்கள் நைட்ரஜன் சுழற்சியைப் பெரிதும் சார்ந்துள்ளன. வளிமண்டலத்தில் நைட்ரஜனானது டைநைட்ரஜன் (N_2) என்ற தனி நைட்ரஜனாக உள்ளது. இரு நைட்ரஜன் அணுக்கள் உறுதியான மூன்று சகபிணைப்புகளால் ($N \equiv N$) பிணைக்கப்பட்டுள்ளது. வளிமண்டல நைட்ரஜனை (N_2) அம்மோனியாவாக மாற்றும் செயல்முறைக்கு நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம் என்று பெயர். நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம் இரு முறைகளில் நடைபெறுகிறது. 1. உயிரிய நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம் 2. உயிரி அல்லாத நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம். (படம் 12.5)

12.7.1 உயிரி அல்லாத (அல்லது) பௌதிக நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம்.

- தொழிற்சாலைகளில் இரசாயன முறையின் மூலம் நடைபெறும் நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம்.
- மின்னல் உருவாகும் போது வெளியேற்றப்படும் மின்னாற்றலினால் வளிமண்டலத்தில் நடைபெறும் இயற்கையான நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம்.



படம் 12.5 நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம்(Nitrogen Fixation)

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH12_TAMIL.indd 104 05-07-2018 12:33:40

செயல்பாடு

திரவ ஊடக வளர்ப்பு முறையில் கனிமங்களின் குறைபாட்டைக் கண்டறிதல்.

1. ஒரு கண்ணாடி சீசாவை அல்லது பிளாஸ்டிக் சீசாவினை எடுத்துக்கொண்டு அதன் மீது கருப்பு காகிதத்தினை சுற்றவும் (ஆல்காக்களின் வளர்ச்சியைத் தடுக்கவும், வேர்கள் ஒளியுடன் வினைபுரிவதைத் தடுக்கவும் இது உதவுகிறது.)
2. ஊட்டச்சத்து திரவத்தைச் சீசாவில் எடுத்துக்கொள்ளவும்.
3. பிளவுபட்ட தக்கையின் உதவியால் தாவரத்தைப் பொருத்தவும்.
4. காற்றோட்டத்திற்காக ஒரு குழாயினைப் பொருத்தவும்.
5. குறிப்பிட்ட கனிமம் சேர்க்கப்பட்ட வெவ்வேறு ஊட்டக் கரைசல்களைப் பயன்படுத்தித் தாவரத்தின் வளர்ச்சியை உற்று நோக்கவும்.

படம் 12.6 வேர்முடிச்சுகளில் காணப்படும் ரைசோபியம்

12.7.2 உயிரியல் நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம்

- *ரைசோபியம்* போன்ற கூட்டுறவு வாழ்க்கையில் ஈடுபடும் பாக்டீரியங்களின் மூலம் நிகழும் நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம்.
- *லைக்கன்கள், ஆந்தோசெராஸ், அசோல்லா* மற்றும் *சைக்கஸ்* பவளவேர் ஆகியவற்றில் காணப்படும் சயனோ பாக்டீரியங்கள் மூலமும் நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம் நடைபெறுகிறது.
- மேலும், கூட்டுயிர் வாழ்க்கையில்லாமல் தனித்து வாழும் *கிளாஸ்டிரீடியம்* போன்ற பாக்டீரியங்கள் மூலம் இச்செயல் நிகழ்கிறது.

அ. கூட்டுயிர் நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம்

i) வேர் முடிச்சு மூலம் நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம்

லெகூம் தாவரங்களின் வேர் முடிச்சுகளில் வாழும் *ரைசோபியம்* பாக்டீரியம் வளிமண்டல நைட்ரஜனை நிலைநிறுத்த உதவுகிறது. இந்த வகையான கூட்டுயிர் வாழ்க்கையில் பாக்டீரியம் மற்றும் தாவரம் இரண்டுமே பயனடைகின்றன. வேர்முடிச்சுகள் ரைசோபிய பாக்டீரிய தொற்றின் மூலம் ஏற்படுகிறது. ரைசோபியம் ஓம்புயிர் செல்லினுள் நுழைந்து பெருக்கம் அடைகிறது. அவை, ஓம்பியிர் சைட்டோபிளாசத்துடன் சேராமல், உறையால் சூழப்பட்ட தனி அமைப்புகளில் காணப்படுகின்றன. (படம் 12.6)

வேர்முடிச்சு தோன்றுதலின் வெவ்வேறு நிலைகள்

1. லெகூம் தாவரங்களின் வேர்கள் பினாலிக் வேதிப்பொட்களை சுரந்து *ரைசோபியம்* பாக்டீரியாக்களை வேர் நோக்கிக் கவர்தல்.
2. *ரைசோபியம்* வேர் அருகு மண்டலத்தை(Rhizosphere) அடைந்து, வேர்தூவி வழியாக நுழைந்து, வேர் தூவியை பாதித்துச் சுருளச் செய்கிறது.
3. தொற்று இழை உள்நோக்கி வளர்ந்து பாதிப்படைந்துள்ள திசுப்பகுதியை மற்ற திசுப்பகுதியிலிருந்து பிரிக்கிறது.
4. உறையால் சூழப்பட்ட பாக்டீரியத் தொகுப்புகள் வேர்முடிச்சின் உள்பகுதியில் உருவாகிறது இவற்றிற்குப் பாக்டீராய்டுகள் என்று பெயர்.
5. பாக்டீரியங்கள் உருவாக்கும் சைட்டோகைனின் மற்றும் தாவரங்கள் உருவாக்கும் ஆக்ஸின்கள்

செயல்பாடு

1. லெகூம் தாவர வேர் முடிச்சுகளை சேகரிக்கவும்.
2. வேர் முடிச்சுகளின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் எடுக்கவும்.
3. நுண்ணோக்கி மூலம் உற்று நோக்கி, ஆசிரியரிடம் கலந்தாலோசிக்கவும்.

வேர் செல்களில் செல்பகுப்பை தூண்டி வேர் முடிச்சுகளைத் தோற்றுவிக்கிறது.

லெகூம் அல்லாத நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம்

அல்னஸ், சவுக்கு (Casuarina) போன்ற தாவரங்களில் காணப்படும் பாக்டீரியா *ஃபிரான்க்கியா, சைகோட்ரியா*வில் காணப்படும் *கிளப்ஸியெல்லா* பாக்டீரியங்கள் லெகூம் அல்லாத தாவரங்களில் வேர்முடிச்சுகள் மூலம் நைட்ரஜன் நிலை நிறுத்தம் செய்வதற்கு உதவுகின்றன.

(*ii*) வேர் முடிச்சு உருவாகா நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம்

இதில் கீழ்க்கண்ட தாவரங்களும், புரோகாரியோட்டுகளும் வேர்முடிச்சுகளை உருவாக்காமல், கூட்டுயிர் வாழ்க்கை முறையில் நைட்ரஜனை நிலைநிறுத்தம் செய்கிறது.

லைக்கன்கள்	–	*அனபீனா மற்றும் நாஸ்டாக்*
ஆந்தோசிராஸ்	–	*நாஸ்டாக்*
அசோல்லா	–	*அனபீனா அசோலே*
சைக்கஸ்	–	*அனபீனா மற்றும் நாஸ்டாக்*

ஆ. கூட்டுயிர் அற்ற நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம்:

கூட்டுயிர் முறை அல்லாது தனித்து வாழும் பாக்டீரிங்கள் மற்றும் பூஞ்சைகளின் உதவியோடும் நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம் நிகழ்கிறது.

காற்று சுவாசமுறை செய்பவை	–	*அசடோபாக்டர், பெய்ஜரிங்கியா மற்றும் டெர்க்ஸியா*
காற்றில்லாச் சுவாச முறை செய்பவை	–	*கிளாஸ்டிரிடியம்*
ஒளிச்சேர்க்கை செய்பவை	–	*குளோரோபியம் மற்றும் ரோடோஸ்பைரில்லம்*
வேதி சேர்க்கை செய்பவை	–	*டைசல்ஃபோவிப்ரியோ*
தனித்துவாழும் பூஞ்சைகள்	–	*ஈஸ்டுகள், புல்லுலேரியா*
சயனோ பாக்டீரியங்கள்	–	*நாஸ்டாக், அனபீனா மற்றும் ஆசில்லட்டோரியா*

12.8 நைட்ரஜன் சுழற்சி மற்றும் நைட்ரஜன் வளர்சிதை மாற்றம்

12.8.1 நைட்ரஜன் சுழற்சி (Nitrogen cycle)

இந்தச் சுழற்சி கீழ்க்கண்ட நிலைகள் உள்ளடக்கியதாகும்.

1. வளி மண்டல நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம் (Atmospheric nitrogen fixation):

LA1T94

இது வளிமண்டத்திலுள்ள டை நைட்ரஜன் படிப்படியாக ஹைட்ரஜன் அணுக்களின் சேர்க்கையால் ஒடுக்கம் அடையும் நிகழ்வு. இரு நைட்ரஜன் அணுக்கள் (N≡N) மூன்று சகபிணைப்புகளால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை பிளக்கப்பட்டு அம்மோனியாவாக மாறுகிறது. (படம் 12.7)

நைட்ரஜன் நிலைப்படுத்தும் இச்செயல்முறைக்கு நைட்ரோஜினேஸ் என்ற நொதி கூட்டமைப்பு, மாலிப்டினம், இரும்பு, சல்ஃபர் (Mo, Fe, S) ஆகிய தனிமங்கள், காற்றில்லா நிலை, ATP, e–(எலக்ட்ரான்) மற்றும் H^+(புரோட்டான்கள்) வழங்கும் குளுக்கோஸ் 6 பாஸ்பேட் ஆகியவை தேவைபடுகின்றன. நைட்ரோஜினேஸ் நொதியானது காற்றில்லா நிலையின்போது மட்டுமே செயல்படக் கூடியது. காற்றில்லா நிலையை ஏற்படுத்த வேர்முடிச்சுகளில் உருவாகும் **லெக்ஹீமோகுளோபின்** (leghaemoglobin) உதவுகிறது. இந்த லெக்ஹீமோகுளோபின் ஆக்ஸிஜன் நீக்கியாக (Oxygen Scavenger) செயல்பட்டு ஆக்ஸிஜன் இல்லாச் சூழலை ஏற்படுத்துகிறது. நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தும் பாக்டீரியாக்கள் வேர்முடிச்சுகளில் இளஞ்சிவப்பு நிறத்துடன் காணப்படுவதற்கு லெக்ஹீமோகுளோபின் நிறமியே காரணமாக உள்ளது.

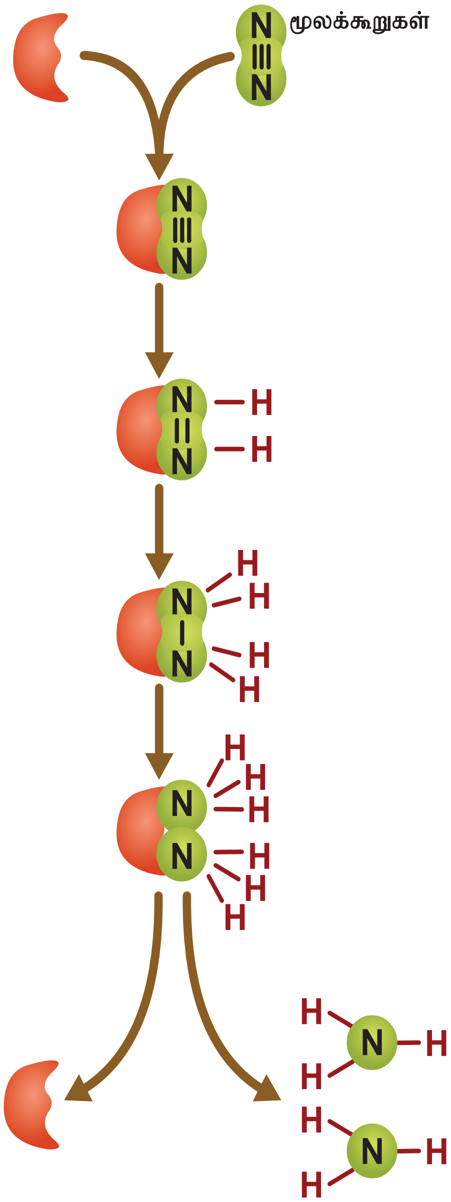
ஒட்டுமொத்த வினை

$$N_2 + 8e^- + 8H^+ + 16ATP \longrightarrow 2NH_3^+ + H_2 + 16ADP + 16\ Pi$$

2. நைட்ரேட்டாதல் (Nitrification)

அம்மோனியாவானது (NH_3) முதலில் நைட்ரோசோமோனாஸ் பாக்டீரியத்தின்

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH12_TAMIL.indd 106 05-07-2018 12:33:40



படம் 12.7 நைட்ரோஜினேஸ் நொதியின் செயல்முறை

உதவியால் நைட்ரைட்டாக (NO_2^-) மாற்றம் அடைகிறது. பின்னர் இது நைட்ரேட்டாக (NO_3^-) நைட்ரோபாக்டர் என்ற பாக்டீரியத்தினால் மாற்றம் அடைகிறது.

உயர் தாவரங்கள் அம்மோனியா அயனிகளை விட நைட்ரேட்டுகளாக (NO_3^-) உள்ளெடுத்துக் கொள்ளும் தகவமைப்பைப் பெற்றுள்ளன.

$$2\ NH_3^+ + 3\ O_2 \xrightarrow{\text{நைட்ரோசோமோனாஸ்}} 2\ NO_2^- + 2\ H^+ + 2H_2O$$

$$2\ NO_2^- + O_2 \xrightarrow{\text{நைட்ரோபாக்டர்}} 2\ NO_3^-$$

3. நைட்ரேட் தன்மயமாதல் (Nitrate Assimilation)

நைட்ரேட்டானது ஒடுக்கம் அடைந்து அம்மோனியாவாக மாறிப் பின்னர்ச் செல்புரதங்களுக்குள் சேர்க்கப்படும் நிகழ்விற்கு நைட்ரேட் தன்மயமாதல் என்று பெயர்

$$NO_3^- \xrightarrow[\text{Mo}]{\text{நைட்ரேட்ரிடக்டேஸ்}} NO_2^-$$

$$NO_2^- \xrightarrow[\text{Cu, Fe}]{\text{நைட்ரைட்ரிடக்டேஸ்}} NH_3^+$$

4. அம்மோனியாவாதல் (Ammonification)

இறந்த தாவர மற்றும் விலங்குகளின் எச்சங்களிலிருந்து பெறப்படும் கரிம நைட்ரஜன் (புரதங்கள் மற்றும் அமினோ அமிலங்கள்) பாக்டீரியக்களால் அம்மோனியாவாக மாற்றப்படும் நிகழ்வு அம்மோனியாவாதல் எனப்படும். இச்செயலில் பங்கேற்கும் பாக்டிரியங்கள் *பாசில்லஸ் ரமோசஸ்* மற்றும் *பாசில்லஸ் வல்காரிஸ்.*

5. நைட்ரஜன் நீக்கம் (Denitrification)

மண்ணில் காணப்படும் நைட்ரேட் வளிமண்டல நைட்ரஜனாக மாற்றப்படும் நிகழ்வு நைட்ரஜன் நீக்கம் எனப்படும். இதில் பங்கேற்கும் பாக்டீரியங்கள் *சூடோமோனாஸ், தையோபாசில்லஸ், பாசில்லஸ் சப்டிலிஸ்,* மற்றும் பிற.

$$\underset{(NO_3^-)}{\text{நைட்ரேட்}} \xrightarrow{\text{சூடோமோனாஸ்}} \underset{(N_2)}{\text{மூலக்கூறு நைட்ரஜன்}}$$

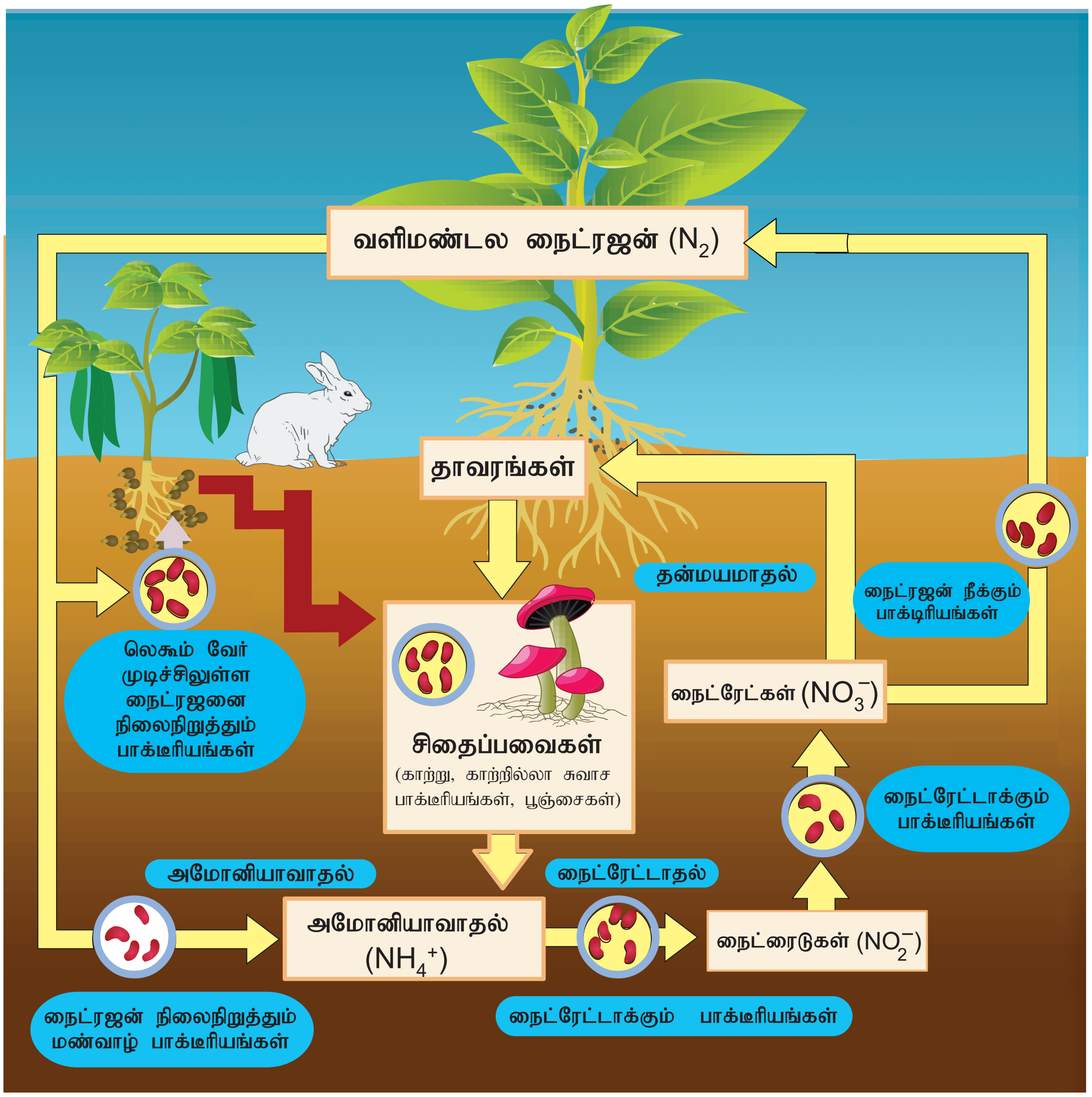
நைட்ரஜன் சுழற்சியின் மொத்த செயல்கள் படம் 12.8 ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

12.8.2 நைட்ரஜன் வளர்சிதை மாற்றம் (Nitrogen Metabolism):

அம்மோனியா தன்மயமாதல் (Ammonium Assimilation / Fate of Ammonia)

கீழ்க்கண்ட செயல்முறைகள் மூலம்

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH12_TAMIL.indd 107 05-07-2018 12:33:41



படம் 12.8 நைட்ரஜன் சுழற்சி (Nitrogen Cycle)

அம்மோனியாவானது அமினோ அமிலங்களாக மாற்றப்படுகிறது. இது மூன்று நிலைகளில் நடைபெறுகிறது அவை முறையே 1. அமைனோ ஒடுக்கம், 2. அமைனோ மாற்றம் 3. வினையூக்க அமினோவாக்கம்

1. அமைனோ ஒடுக்கம் (Reductive amination)

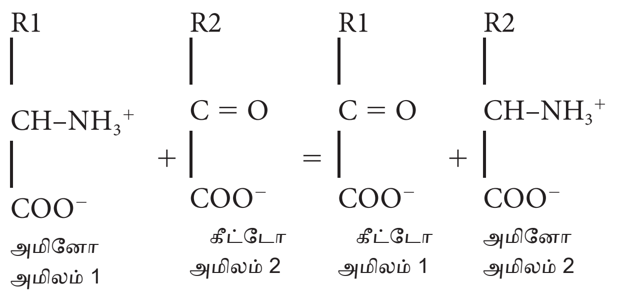
அம்மோனியாவானது α– கீட்டோகுளுட்டாரிக் அமிலத்துடன் வினை புரிந்து குளுடாமிக் அமிலம் (குளுடாமேட்) உருவாக்கும் வினை.

α கீட்டோகுளுட்டாரிக் அமிலம் + NH_4 —[குளுட்டாமேட் டிஹைட்ரோஜினேஸ் (GDH); NADH+H^+ → $NADP^+$]→ குளுட்டாமேட் + H_2O

2. அமைனோ மாற்றம் (Transamination):

குளுட்டாமிக் அமிலத்திலுள்ள அமினோ தொகுதியானது பிற கீட்டோ அமிலத்தின் கீட்டோ தொகுதிக்கு மாற்றப்படும் நிகழ்ச்சி அமினோ மாற்றம் எனப்படும்.

குளுட்டாமிக் அமிலமானது முதன்மையான அமினோ அமிலமாகச் செயல்பட்டுப் பிற கீட்டோ அமிலங்களை அமினோ அமிலங்களாக அமைனோ மாற்றம் மூலம் மாற்றுகிறது. இந்நிகழ்விற்கு டிரான்ஸ் அமினேஸ் நொதி மற்றும் பைரிடாக்ஸல் பாஸ்பேட் என்ற துணை நொதி (வைட்டமின் B6 பைரிடாக்ஸின் வழித்தோன்றல்)ஆகியவை தேவைப்படுகின்றன.



3. வினையூக்க அமினோவாக்கம் (GS / GOGAT வழித்தடம்):

குளுட்டாமேட் அமினோ அமிலமானது அம்மோனியாவுடன் வினைபுரிந்து குளுட்டாமைன் எனும் அமைடினை உருவாக்குகிறது.

$$\text{குளுட்டாமேட்} + NH_4^+ \xrightarrow[\text{ATP} \rightarrow \text{ADP + Pi}]{\text{குளுட்டாமேட் சிந்தட்டேஸ் (GS)}} \text{குளுட்டாமைன்}$$

குளுட்டாமைன் α - கீட்டோகுளுட்டாரிக் அமிலத்துடன் வினைபுரிந்து இரண்டு மூலக்கூறு குளுட்டாமேட்டை உருவாக்குகிறது.

$$\text{குளுட்டாமைன்} + \alpha\ \text{கீட்டோகுளுட்டாரிக் அமிலம் (2 – ஆக்ஸோகுளுட்டாரேட்)} \xrightarrow[\text{NADH+H}^+ \rightarrow \text{NAD}^+]{\text{(GOGAT–நொதி)}} 2\ \text{குளுட்டாமேட்}$$

12.9 சிறப்பு வகை உணவூட்டம் (Special modes of nutrition)

உணவூட்டம் என்பது உயிரினங்கள் உணவை எடுத்துக் கொள்வது மற்றும் அதனைப் பயன்படுத்தும் முறையாகும். இரண்டு வகை உணவூட்டங்கள் முதன்மையானவை அவை முறையே தற்சார்பு உணவூட்டம் (Autotrophic) மற்றும் பிற சார்பு உணவூட்டம் (Heterotrophic) ஆகும்.

தற்சார்பு உணவூட்டமானது, ஒளிச்சேர்க்கை (Photosynthetic) மற்றும் வேதிச்சேர்க்கை உணவூட்டம் (Chemosynthetic) என இருவகைப்படும். பிறசார்பு உணவூட்டமானது, சாறுண்ணி, ஒட்டுண்ணி, கூட்டுயிர் வாழ்க்கை, மற்றும் பூச்சியுண்ணி வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. இப்பாடப் பிரிவில் சிறப்பு வகை உணவூட்டம் பற்றி நீங்கள் கற்க உள்ளீர்கள்.

12.9.1 ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்களின் சாறுண்ணி உணவூட்டம் (Saprophytic mode of nutrition in Angiosperms)

இறந்த மற்றும் மக்கிய உடல்களிலிருந்து உணவைப் பெறுவது சாறுண்ணி (Saprophytic) அல்லது மட்குண்ணி உணவூட்டம் எனப்படுகிறது. பூஞ்சைகளும், பாக்டீரியாக்களும் சாறுண்ணி உணவூட்டத்திற்கான முதன்மை உயிரினங்களாகும்.

சில ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்களும் சாறுண்ணி வகை உணவூட்டத்தை மேற்கொள்கின்றன. எடுத்துக்காட்டு. *நியோட்டியா* (பறவைக்கூடு ஆர்க்கிடு). *நியோட்டியாவின்* வேர்களானது வேரி பூஞ்சைகளுடன் இணைந்து ஊட்டச்சத்துக்களை சாறுண்ணி போன்று எடுத்துக்கொள்கிறது.

மோனோட்ரோபா (இண்டியன் பைப்) அடர்ந்த காட்டில் மட்கிய உடலங்கள் மீது வளர்கிறது. இவை வேரி பூஞ்சைகளின் உதவியுடன் உணவை உள்ளெடுக்கின்றன (படம் 12.9).

நீயோட்டியா (பறவைக்கூடு ஆர்க்கிடு) மோனோட்ரோபா (இண்டியன் பைப்)

படம் 12.9 சாறுண்ணி உணவூட்டம்

12.9.2 ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்களின் ஒட்டுண்ணி உணவூட்டம்:

ஓம்புயிர் தாவரங்களிலிருந்து உணவைப் பெற்று அவற்றிற்கு நோயை உண்டாக்கும் உணவூட்ட முறை ஒட்டுண்ணி உணவூட்டம் எனப்படும்.

அ. கட்டாய அல்லது முழு ஒட்டுண்ணி (Obligate or Total parasite):

இவ்வகை உணவூட்டத்தில் ஓம்புயிர் தாவரத்தை முழுமையாக தன் வாழ்க்கைக்காக ஒட்டுண்ணி சார்ந்திருக்கும். அத்துடன் **ஹாஸ்டோரியம்** எனும் உறிஞ்சு உறுப்பை உருவாக்குகிறது.

படம் 12.10 ஒட்டுண்ணி உணவூட்டம்

(i) முழு தண்டு ஒட்டுண்ணி (Obligate stem parasite): *கஸ்குட்டா* (டோடர்) வேர் இல்லாத ஒரு இலைகளற்ற தாவரம். இதன் முழுத் தண்டும் ஓம்புயிரி (இலந்தை, *சிட்ரஸ்* மற்றும் பிற)தாவரங்கள் மேல் படர்ந்து ஹாஸ்டோரியங்களை உருவாக்குகிறது.

(ii) முழு வேர் ஒட்டுண்ணி (Obligate root parasite): தண்டு அச்சைப் பெற்றிறாது பிற ஓம்புயிரி தாவரங்களின் வேர்களில் இருந்து நீரையும் உணவையும் பெற்று ஒட்டுண்ணியாக வாழ்ந்து ஹாஸ்டோரியங்களை உருவாக்கும் தாவரங்கள். எடுத்துக்காட்டு: *ரா:ப்ளெஸியா, ஓரபாங்கே* மற்றும் *பெலனோ:போரா.*

ஆ. பகுதி ஒட்டுண்ணிகள் (Partial Parasite) – இவ்வகை தாவரங்கள் பச்சையம் பெற்றிருப்பதால், கார்போஹைட்ரேட்டை தயாரிக்கக் கூடியவை, நீர் மற்றும் கனிமங்களுக்காக மட்டுமே இவை ஓம்புயிர் தாவரங்களைச் சார்ந்துள்ளன.

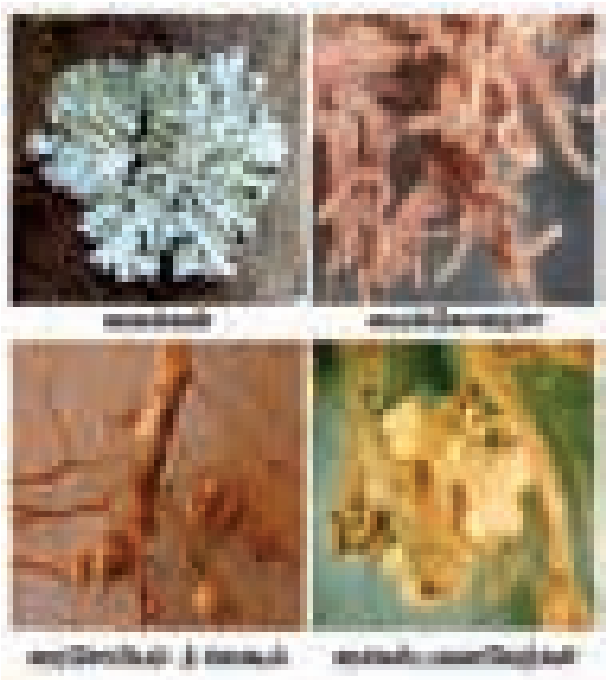
(i) பகுதி தண்டு ஒட்டுண்ணி: *லொரான்தஸ்* தாவரம் அத்தி மற்றும் மாமரத்தின் சைலத்திசுவிலிருந்து நீர் மற்றும் கனிம உப்புகளை ஹாஸ்டோரியத்தின் உதவியினால் உறிஞ்சுக் கொள்கிறது. எடுத்துக்காட்டு: *லொரான்தஸ், விஸ்கம்* (மிஸ்ஸில்டோ).

(ii) பகுதி வேர் ஒட்டுண்ணி: நாற்று நிலையில் இதன் வேர்கள் பிற தாவரவேர்களின் மீது வளர்ந்து ஹாஸ்டோரியங்கள் உதவியுடன் நீரை உறிஞ்சுக் கொள்கிறது. எடுத்துக்காட்டு: *சாண்டலம் ஆல்பம்* (சந்தன மரம்) (படம் 12.10).

12.9.3 கூட்டுயிர் வாழ்க்கை உணவூட்டம்:

அ. லைக்கன்கள் (Lichens): ஆல்காக்களும் பூஞ்சைகளும் இணைந்த கூட்டுயிர் வாழ்க்கையாக இது உள்ளது. ஆல்காக்கள் உணவை தயாரிப்பதற்கும் பூஞ்சைகள் நீரை உறிஞ்சுவதற்கும் மற்றும் உடல அமைப்பை ஏற்படுத்துவதற்கும் உதவுகிறது.

ஆ. மைக்கோரைசா (Mycorrhizae) (வேரி பூஞ்சைகள்): பூஞ்சைகளும் உயர்தாவர வேர்களும் இணைந்த கூட்டுயிர் வாழ்க்கையாக இது உள்ளது. எடுத்துக்காட்டு. *பைனஸ்* என்ற ஜிம்னோஸ்பெர்ம் தாவரம்.



படம் 12.11 கூட்டுயிர் வாழ்க்கை உணவூட்டம்

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH12_TAMIL.indd 110 05-07-2018 12:33:42

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

லைக்கன்கள்:

சல்பர்டைஆக்ஸைடு (SO_2) காற்று மாசுபடுதலை காட்டும் மாசு காட்டியாக உள்ளது. வறள் தாவரபடிநிலை வளர்ச்சியில் முதல் தோன்றும் முன்னோடி தாவரமாக லைக்கன்கள் உள்ளன.

இ. ரைசோபியம் மற்றும் லெகூம் கூட்டுயிர் வாழ்க்கை (Rhizobium and Legumes): இந்த கூட்டுயிர் வாழ்க்கை நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தத்திற்கு உதவுகிறது (கூட்டுயிர் நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம் தலைப்பைக் காண்க).

ஈ சயனோ பாக்டீரியா மற்றும் பவள வேர்கள் (Cyanobacteria and Coralloid roots): இந்த கூட்டுயிர் வாழ்க்கைசைகஸ் தாவரத்தில் காணப்படுகிறது. இதன் பவள வேர்களில் சையனோபாக்டிரியங்கள் (நாஸ்டாக்) கூட்டுயிர் வாழ்க்கை செய்கின்றன (படம் 12.11).

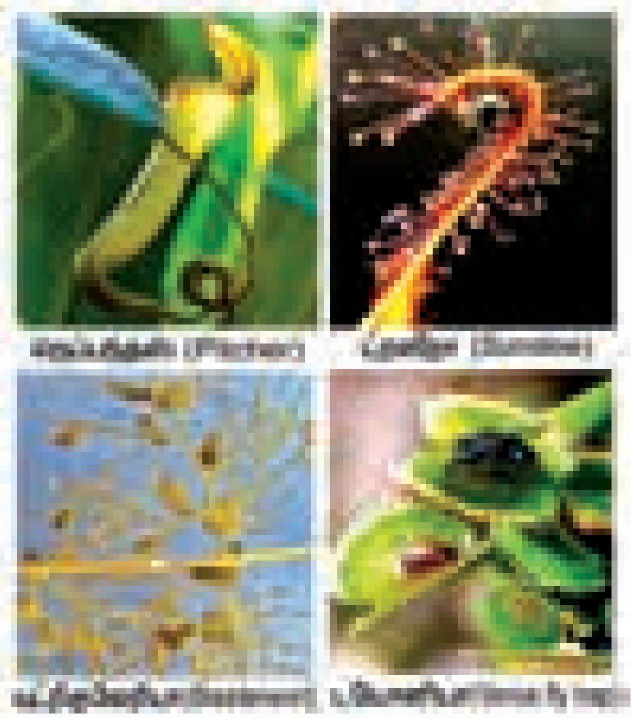
12.9.4. பூச்சியூண்ணும் உணவூட்டம் (Insectivorous mode of Nutrition)

நைட்ரஜன் பற்றாக்குறை உள்ள இடங்களில் இவ்வகை தாவரங்கள் நைட்ரஜன் பற்றாக்குறையை சரிசெய்ய பூச்சிகளின் உடலில் இருந்து நைட்ரஜன் சத்துக்களைப் பெறுகின்றன.

அ) நெப்பந்தஸ் (Pitcher plant): குடுவை என்பது இலையின் மாற்றுரு. இக்குடுவையினுள் செரிமான நொதிகளை உருவாக்கும் வளரிகள் உள்ளன. குடுவையின் வாய் விளிம்பில் தேன் சுரப்பிகள் காணப்படுவதோடு, குடுவையின் மூடி பகுதி பூச்சிகளைக் கவரும் வண்ணங்களும் காணப்படுகிறது. பூச்சிகள் குடுவையினுள் விழுந்தவுடன் புரத செரிமான நொதிகள் பூச்சிகளின் உடலை செரிக்க உதவுகிறது.

ஆ) ட்ரஸீரா (Drosera-Sundew plant): இவை நீண்ட தடித்த உணர் நீட்சிகளை கரண்டி வடிவ இலைகளில் பெற்றவை. இவை ஒட்டக்கூடிய செரிமான திரவத்தை சுரந்து, பூச்சிகளை ஈர்க்கிறது. இது பார்ப்பதற்கு சூரிய பனித்துளி போன்று உள்ளது.

இ) யுட்ரிகுலேரியா (Bladderwort): இது ஒரு நீரில் மூழ்கி காணப்படும் தாவரம். இவற்றின்



படம் 12.12 பூச்சியுண்ணும் உணவூட்டம்

இலைகள் பை போன்று மாற்றுரு அடைந்து பூச்சிகளை சேகரித்து செரிக்க செய்கிறது.

ஈ) டயோனியா (Venus fly trap): இவற்றின் இலைகள் வண்ணமயமான பொறியாக மாற்றமடைந்துள்ளது. இரண்டு மடல்களுடைய இலைகளின் உள்ளே உணர் இழைகள் காணப்படும். பூச்சிகள் உணர் இழைகளை தொட்டவுடன் இலைகள் மூடி அவை சிறைப்படுகின்றன (படம் 12.12).

பாடச்சுருக்கம் (Summary)

தாவரங்களுக்கான கனிமங்களின் மூலங்களாகக் காற்று, நீர் மற்றும் மண் உள்ளது. கனிமங்கள் அவற்றின் அளவு, இயக்கம் மற்றும் செயல்பாட்டின் அடிப்படையில் வகைப்படுத்தப்படுகிறது. அதிக அளவில் தேவைப்படும் கனிமங்கள் பெரும ஊட்ட மூலங்கள் (C, H, O, N, P, K, Ca, Mg மற்றும் S) குறைவான அளவில் தேவைப்படும் கனிமங்கள் நுண் ஊட்ட மூலங்கள் (Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo, Cl, Ni) எனப்படுகின்றன. சோடியம், கோபால்ட், சிலிக்கான் மற்றும் செலினியம் போன்ற கனிமங்கள் சில தாவரங்களில் சில குறிப்பிட்ட பணிகளுக்கு மட்டும் பயன்படுபவை எனவே வரையறுக்கப்படாத கனிமங்கள் எனப்படுகின்றன. விரைவாக இடம் பெறும் கனிமங்கள்களாக N, P,

K, Mg, Cl, Na, Zn மற்றும் Mo உள்ளன. இவற்றின் பற்றாக்குறை அறிகுறிகள் முதலில் முதிர்ச்சியடைந்த வயதான இலைகளில் தோன்றுகிறது. இதற்குக் காரணம் கனிமங்கள் வேகமாக இளம் இலைகளுக்குக் கடத்தப்படுவதேயாகும். ஒப்பீட்டளவில் இடம்பெயராக் கனிமங்களான Ca, S , Fe, B மற்றும் Cu ஆகியவற்றின் பற்றாக்குறை அறிகுறிகள் முதலில் இளம் இலைகளில் தோன்றுகின்றன கனிமங்களின் இடம் பெயராத்தன்மையே இதற்குக் காரணமாகும்.

தனிமப் பற்றாக்குறை அறிகுறிகளான பச்சையச் சோகை (பச்சைய நிறமி இழப்பு), நைவுப் புண் (திசு இறப்பு), ஆந்தோசயனின் நிறமி உருவாக்கம், தண்டின் அடிநுனி இறப்பு, எக்சாந்திமா, இலைநுனி கொக்கியாதல், சாட்டை வால் நோய் போன்றவை முக்கிய அறிகுறிகளாகும். கனிமங்களின் எந்த செறிவின் போது உலர் எடையில் 10% இழப்பு ஏற்படுகிறதோ அதுவே அதன் தீர்வுக்கட்ட செறிவாகும். இச்செறிவைவிட மிக அதிகமாகும் போது நச்சுத்தன்மையாக மாறுகிறது. மண்ணில்லா வேளாண்மை. கனிமங்களின் பற்றாக்குறை சிக்கல்களைத் தீர்க்க உதவுகிறது. இம்முறைக்கு நீர்ஊடக வளர்ப்பு மற்றும் காற்றூடக வளர்ப்பு எடுத்தக்காட்டுகளாகும். நீர்ஊடக வளர்ப்பு முறையில் தாவரங்களை ஊட்டக் கரைசலில் வைத்து வளர்க்கும் முறையாகும். காற்றூடக வளர்ப்பு தொழில்நுட்பத்தில் வேர்கள் ஊட்டச்சத்து திரவத்தின் மேல் காற்றில் பொருத்தப்பட்டு மோட்டார் மூலம் உந்தப்பட்டு ஊட்டச்சத்து திரவம் வேர்கள் மீது தெளிக்கப்படுகிறது.

நைட்ரஜன் தாவரங்களின் வளர்ச்சி மற்றும் செயல்பாட்டிற்கு இன்றியமையாத ஒன்று. நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தும் உயிரினங்கள் அதை வளி மண்டலத்திலிருந்து இயற்கையாகக் கூட்டுயிர் மற்றும் கூட்டுயிர் அல்லாத வாழ்க்கை முறைகளில் நிலைநிறுத்தம் செய்கிறது.

சிறப்பு ஊட்டமுறையில் ஈடுபடும் உயிரினங்கள் ஊட்டச்சத்து குறைபாடுடைய நிலங்களில் வளர்ந்து பின்னர் அப்பண்பே அத்தாவரங்களில் நிலைத்துவிடுகிறது.

நீங்கள் கற்றதை சோதித்தறிக.

நைட்ரோஜினேஸ் நொதியினை ஊக்குவிப்பதற்கு X என்ற கனிமம் தேவைப்படுகிறது. சர்க்கரை இடப்பெயர்ச்சியில் Y என்ற கனிமம் பங்குபெருகிறது. மேலும் Z என்ற கனிமம் ரைபோசோம்அமைப்பைநிலைநிறுத்துகிறது. X,Y,Z கனிமங்களை கண்டறிக.

மதிப்பீடு

1. பொருத்தமான இணையைத் தேர்ந்தெடு:

1. சிட்டரஸ் அடிநுனி இறப்பு	–	(i) Mo
2. சாட்டை வால் நோய்	–	(ii) Zn
3. பழுப்பு மையக் கருக்கல் நோய்	–	(iii) Cu
4. சிற்றிலை நோய்	–	(iv) B

(அ) 1 (iii) 2 (ii) 3 (iv) 4 (i)

(ஆ) 1 (iii) 2 (i) 3 (iv) 4 (ii)

(இ) 1 (i) 2 (iii) 3 (ii) 4 (iv)

(ஈ) 1 (iii) 2 (iv) 3 (ii) 4 (i)

2. ஒரு தாவரத்திற்கு அனைத்துக் கனிமங்களும் வழங்கப்பட்டு Mn செறிவு மட்டும் அதிகமாக இருந்தால் ஏற்படும் குறைபாடு யாது?

(அ) Fe, Mg உட்கொள்திறனை தடுக்கும் ஆனால் Ca தவிர

(ஆ) Fe, Mg மற்றும் Ca உட்கொள்திறனை அதிகரிக்கும்.

(இ) Ca உட்கொள்திறனை மட்டும் அதிகரிக்கும்.

(ஈ) Fe, Mg மற்றும் Ca உட்கொள் திறனைத் தடுக்கும்.

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH12_TAMIL.indd 112 05-07-2018 12:33:42

3. மீண்டும் இடம்பெயராத தனிமம் எது?

(அ) பாஸ்பரஸ் (ஆ) பொட்டாசியம்
(இ) கால்சியம் (ஈ) நைட்ரஜன்

4. சரியானவற்றைப் பொருத்துக.

	தனிமங்கள்		பணிகள்
A	மாலிப்டினம்	1	பச்சையம்
B	துத்தநாகம்	2	மெத்தியோனின்
C	மெக்னீசியம்	3	ஆக்சின்
D	சல்ஃபர்	4	நைட்ரோஜினேஸ்

அ. A – 1 B – 3 C – 4 D – 2
ஆ. A – 2 B – 1 C – 3 D – 4
இ. A – 4 B – 3 C – 1 D – 2
ஈ. A – 4 B – 2 C – 1 D – 3

5. சரியான கூற்றைக் கண்டறிக

I. சிஸ்டைன், மெத்தியோனின் அமினோ அமிலத்திற்குச் சல்ஃபர் அவசியம்.

II. N, K, S மற்றும் MO குறைபாடு செல்பிரிவை பாதிக்கிறது.

III. லெகூம் அல்லாத தாவரத்தில் பிரான்க்கியா பாக்டீரியம் காணப்படுகிறது.

IV. நைட்ரஜன் வெளியேற்றம் செயல்படுத்தும் பாக்டீயாக்கள் நைட்ரோசோமோனாஸ் மற்றும் நைட்போபாக்டர்

(அ) I, II சரி (ஆ) I, II, III சரி

(இ) I மட்டும் சரி (ஈ) அனைத்தும் சரி

6. நைட்ரஜன் வளிமண்டலத்தில் அதிகம் இருந்தாலும் தாவரங்கள் அதனைப் பயன்படுத்த முடிவதில்லை, ஏன்?

7. ஏன் சில தாவரங்களில் பற்றாக்குறை அறிகுறிகள் முடிவில் இளம் இலைகளில் தோன்றுகிறது பிறதாவரங்களில் முதிர்ந்த பாகங்களில் தோன்றுகிறது?

8. தாவரம் A சாட்டைவால் நோய், தாவரம் B சிற்றிலை நோய் அறிகுறிகள் கொண்டுள்ளது. ABயின் கனிமக் குறைபாட்டினைக் கண்டறிக.

9. நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தத்தில் நைட்ரோஜினேஸ் நொதியின் பங்கினை விவரி?

10. ஆஞ்சியோஸ் பெர்ம்களின் பூச்சியுண்ணும் உணவூட்ட முறையினை விவரி?

இணையச்செயல்பாடு

தாவர வளர்ச்சியில் தாதுக்களின் பங்கு

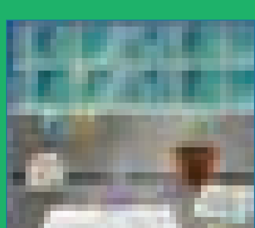
தாவர வளர்ச்சியில் தாதுக்களின் பங்கை அறிவோமா !

படிகள்:

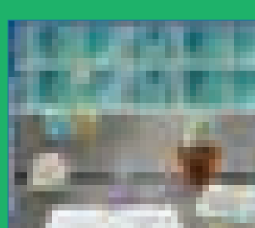
- QR குறியீட்டை ஸ்கேன் செய்யவும்.
- ஒரு புதிய செயல்பாட்டைத் தொடங்கவும்.
- Lime –ஐச் சொடுக்கி அதை சேர்க்கவும்.
- Take soil sample–ஐ அழுத்தி, மண்மாதிரியைச் சோதித்து மண்ணின் pH அளவைப் பரிசோதித்து, பின் grow என்பதைத்தேர்வு செய்யவும்.
- பல்வேறு கனிமக் கலவைகளுக்கும் pH பரிசோதனை செய்து பார்க்கவும்.

செயல்பாடு :

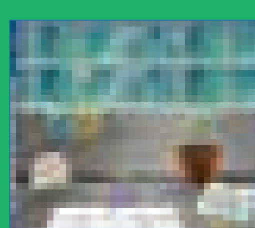
- கனிம அளவுகளை மாற்றி பல்வேறு மண் மாதிரிகளைப் பரிசோதிக்கவும்.
- வேதிப்பொருட்களின் சரியான விகிதத்தையும், மலர்வதற்கேற்ற சரியான pH அளவையும் கண்டறியவும்.
- செயல்பாடுகளின் முடிவுகளைப் பதிவு செய்யவும்.



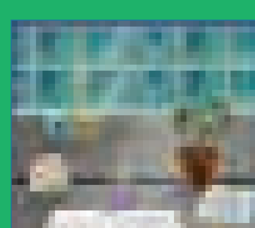
படி1



படி2



படி3



படி4

உரலி:

http://www.glencoe.com/sites/common_assets/science/virtual_labs/BL04/BL04.html

B129_11_BOT_TM

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH12_TAMIL.indd 114 05-07-2018 12:33:43

அலகு V
தாவர செயலியல்

பாடம் 13

ஒளிச்சேர்க்கை

LAJKCE

கற்றல் நோக்கங்கள்

இப்பாடத்தினைக் கற்போர்

- பசுங்கணிகத்தின் நுண்அமைப்பினை அறிதல்
- சூரிய ஆற்றல், ஒளி மற்றும் ஒளிமின்காந்த நிறமாலை பண்புகளை வேறுபடுத்தி அறிதல்
- குவாண்டம், குவாண்டம் விளைச்சல், குவாண்டம் தேவைகளை அறிதல்
- ஒளிச்சேர்க்கை ஆய்வுகளான சிவப்பு வீழ்ச்சி, எமர்சன் மேம்படுத்தப்பட்ட விளைவு மற்றும் ஹில்வினை ஆகியவற்றில் ஆர்வம் ஏற்படுத்துதல்
- எலக்ட்ரான் வழித்தடம் Ps–I மற்றும் Ps–II ஆராய்தல்
- ஒளி ஆக்ஸிஜனேற்றம் மற்றும் ஒளி வேதிவினையின் பாதையை உணர்ந்து, பகுப்பாய்தல்
- ஒளிச்சேர்க்கை வழித்தடம் அறிதல் C3, C4, C2 மற்றும் CAM சுழற்சியை வரையும் திறனை பெற இயலும்.

பாடஉள்ளடக்கம்

13.1 ஒளிச்சேர்க்கையின் வரலாற்று நிகழ்வுகள்
13.2 வரையறை, முக்கியத்துவம் மற்றும் ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறும் இடம்
13.3 ஒளிச்சேர்க்கை நிறமிகள்
13.4 மின்காந்த கதிர்வீச்சு நிறமாலை
13.5 ஒளிச்சேர்க்கை அலகு
13.6 ஒளி ஈர்ப்பு நிறமாலை மற்றும் ஒளிசெயல் திறன் நிறமாலை
13.7 எமர்சன் ஆய்வுகள் மற்றும் ஹில்வினை
13.8 ஒளிச்சேர்க்கையின் நவீன கோட்பாடுகள்
13.9 ஒளிவினையின் ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை
13.10 ஒளிவினையின் ஒளிவேதி நிலை
13.11 ஒளி பாஸ்பரிகரணம்
13.12 வேதி சவ்வூடு பரவல் கோட்பாடு
13.13 இருள் வினை (அ) C3 சுழற்சி
13.14 ஹாட்ச் மற்றும் ஸ்லாக் (அ) C4 சுழற்சி
13.15 CAM சுழற்சி (அ) கிராசுலேசியன் அமில வளர்சிதை மாற்றம்
13.16 ஒளிச்சுவாசம் (அ) C2 சுழற்சி
13.17 ஒளிச்சேர்க்கையைப் பாதிக்கும் காரணிகள்
13.18 பாக்டீரியங்களின் ஒளிச்சேர்க்கை

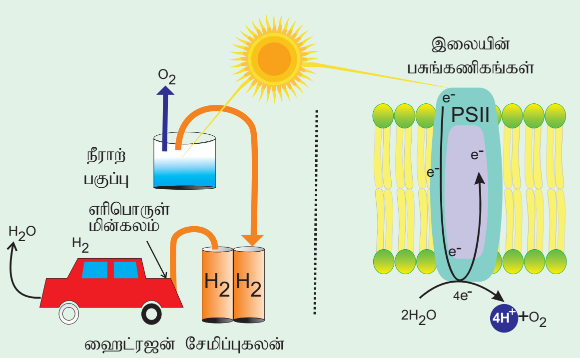
இப்புவியின் உயிர்வாழ்க்கை கரிம சேர்மங்களை சார்ந்தே உள்ளது என கூறினால் அது மிகையாகாது. ஏனெனில் அனைத்து உயிரினங்களும் கரிம கூட்டுப்பொருளால் மட்டுமே இயங்குகிறது. எவ்விடத்திலிருந்து நாம் இந்த கரிம சேர்மங்களை பெறுகிறோம்? தாவரங்களில் இருந்து என நம்மால் உறுதியாக கூறமுடியும். தாவரங்கள் முக்கிய ஆதாரமாக இருந்து இந்த அரிய பணியினை செய்கிறது. இதற்காக நாம் நேரடியாகவோ மறைமுகமாகவோ தாவரங்களை சார்ந்துள்ளோம். உயிரி மூலக்கூறுகளான கார்போஹைட்ரேட்டுகள், லிப்பிடுகள், புரதங்கள், நியூக்ளிக் அமிலங்கள் போன்றவற்றை உருவாக்கும் மிகப்பெரிய உற்பத்திசாலையாக தாவரங்கள் உள்ளன.

நம்மிடம் பல்வேறு வகையான இயந்திர தொழிற்நுட்பங்களும் அவற்றை இயக்கும் மென்பொருட்களும் இருந்தாலும் தாவரங்கள்

எதிர்கால ஆற்றலுக்கானதோர் தேடல்

(A quest for future energy)

ஹைட்ரஜன் அடுத்த தலைமுறைக்கான நம்பிக்கையூட்டும் ஒரு ஆற்றல் மூலமாகும். இதனை பசுமை மின்னாற்றல் உற்பத்திக்கும் அதன் உபஆற்றல் உற்பத்தி அமைப்புகளான ஹைட்ரஜன் எரிபொருள் மின்கலன்களை (Hydrogen fuel cells) உருவாக்கவும் பயன்படுத்தலாம். ஹைட்ரஜன் அதிகம் பொதிந்த சேர்மங்களான நீர் மற்றும் உயிர்திரளிலிருந்து ஆற்றல் உற்பத்தியானது தொடர் பயன்தரும் ஆற்றலை அளிக்க கூடியதாக உள்ளது. ஒளியால் நீரை பிளந்து ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஆக்ஸிஜனாக மாற்றக்கூடிய **ஒளியின் நீராற்பகுப்பு** (Photolysis) தாவரங்களில் இயல்பாக நடைபெறும் நிகழ்வு. நீர் பிளப்பு என்பது செயல்முறையில் எளிதான செயலன்று, ஆனால் துவக்க வெற்றிகளை நாம் இதுவரைபெற்றுள்ளோம்.இளம்தளிர்களாகிய நீங்கள் இதனை ஆராய்ச்சி நோக்கமாக கொண்டால் பசுமை ஆற்றல் உற்பத்தியில் உங்களால் ஒரு புரட்சியை உருவாக்கமுடியும்.



வளர்சிதை மாற்றத்தின் மூலம் உருவாக்கும் ஆற்றல் ஆதாரங்களையும், எண்ணற்ற உயிர்ம மூலக்கூறுகளையும் (Biomolecules) நம்மால் உருவாக்க இயலவில்லை.

தாவரங்கள் சூரியனிடம் இருந்து ஒளி ஆற்றலை பெற்று அதனை வேதி ஆற்றலாக ஒளிச்சேர்க்கையெனும் நிகழ்வின் மூலம் மாற்றுகிறது. ஒளிச்சேர்க்கையே இவ்வுலகின் உந்துசக்தியாக இருந்து உயிர்காரணிகள் மற்றும் உயிரற்ற காரணிகளை இயக்குகிறது. ஒவ்வொரு ஆண்டும் 75×10^{12}Kg கார்பனை நிலைப்படுத்தி வருடத்திற்கு 1700 மில்லியன் டன் உலர் கரிம பொருட்களை உற்பத்திசெய்கிறது. இதற்கு ஒளிச்சேர்க்கை செய்யும் உயிரினங்கள் பயன்படுத்துவது பூமியின் மீது விழும் 0.2% சூரியஒளியை மட்டுமே.

ஒளிச்சேர்க்கை மூலம் உருவாக்கப்படும் கார்போஹைட்ரேட்டுகளே செல்சுவாசத்திலும், பல்வேறு கரிம சேர்மங்களை உருவாக்கவும் உதவும் அடிப்படை மூலப் பொருளாகத்திகழ்கின்றன. உயிரினங்கள் சுவாசத்தின் போது வெளியிடப்படும் கார்பன்டை ஆக்ஸைடை தாவரங்கள் ஒளிச்சேர்க்கையில் எடுத்துக்கொள்வதன் மூலம் வளிமண்டல ஆக்சிஜன் மற்றும் கார்பன்டை ஆக்ஸைடு அளவினை சமநிலை படுத்துகிறது.

ஒளிச்சேர்க்கை ஓர் மிகமுக்கிய ஆற்றல் கொள்வினை (Endergonic reaction) செயலாகத்திகழ்கிறது. இப்பாடப்பகுதியில் ஒளிச்சேர்க்கையின் ஆற்றல் உருவாக்க செயல்முறைகளையும் (Light reaction) மற்றும் ஆற்றல் பயன்பாட்டு செயல்முறைகளையும் (Dark reaction) தெரிந்து கொள்வோம்.

13.1 ஒளிச்சேர்க்கையின் வரலாற்று நிகழ்வுகள்

- **வான் ஹெல்மான்ட் (Van Helmont-1648)** கரிம பொருட்களின் உலர் எடை அதிகரிப்பு நீரின் மூலமே என்பதனை ஒரு வில்லோ மரத்தை வளர்பதன் மூலம் செய்து காட்டினார். வில்லோ மரத்தை வளர்க்கும் போது எடை அதிகரித்தது. ஆனால் மண் உண்மையான எடையில் இரண்டு அவுன்ஸ் மட்டுமே இழந்தது.
- **ஸ்டீஃபன் ஹேல்ஸ் (Stephen Hales-1727)** தாவர செயலியல் தந்தை இவர், தாவரங்கள் ஊட்டசத்துக்களை ஒளி மற்றும் காற்றின் மூலம் பெறுகிறது எனக்கண்டறிந்தார்.
- **ஜோசப் ப்ரெஸ்ட்லி (Joseph Priestley-1772)** தாவரங்கள் காற்றை சுத்தப்படுத்துகிறது என்பதனை மெழுகுவர்த்தி, எலிகள் மற்றும் புதினா தாவர சோதனை மூலம் நிரூபித்தார்.
- **ஜான் இங்கன்ஹீஸ்; (Jan-Ingen-Housz-1779)** ப்ரெஸ்ட்லி சோதனையை உறுதி செய்தார். தாவரங்கள் காற்றை வெளியேற்றுவது ஒளி இருக்கும்போது மட்டுமே என்பதனை நிரூபித்தார்.

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 116 05-07-2018 12:35:01

- ***லவாய்சியர்*** (***Lavoisier-1783***) காற்றை தூய்மைப்படுத்தும் வாயுவான ஆக்ஸிஜன் (பிளோஜிஸ்ட்டான்) தாவரங்களால் உருவாகிறது, மெழுகுவர்த்தி எரிவதால் உருவாகும் தூய்மையற்ற காற்று கார்பன்டை ஆக்ஸைடு (டிபிளோஜிஸ்டான்) என்றும் நிரூபித்தார்.
- ***டிஸாசியர்*** (***De Saussure-1804***) ஒளிச்சேர்க்கை நிகழ்விற்கு நீரின் முக்கியத்துவத்தை விளக்கினார்.
- ***டிடுரோச்செட்*** (***Dutrochet-1837***) ஒளிச்சேர்க்கைக்கு பச்சையத்தின் முக்கியத்துவத்தை விளக்கினார்.
- ***வான்மேயர்*** (***Von Mayer-1845***) பசுந்தாவரங்கள் சூரிய ஆற்றலை வேதி ஆற்றலான கரிம பொருட்களாக மாற்றுகிறது என்பதனை விளக்கினார்.

  $CO_2 + H_2O \longrightarrow$ கரிம பொருட்கள் $+ O_2$
- ***லீபிக்*** (***Liebig-1845***) தாவரங்களின் கரிமப்பொருளானது கார்பன்டை ஆக்ஸைடிலிருந்து பெறப்படுகிறது எனக்கண்டறிந்தார்.
- ***ஜீலியஸ் வான் சாக்ஸ்*** (***Julius Von Sachs-1854***) ஒளிச்சேர்கையின் விளைபொருள் ஸ்டார்ச் என கண்டறிந்தார் மேலும் பச்சையமானது ஒரு தனித்துவமான அமைப்பில்(பசுங்கணிகம்) காணப்படுகிறது என விளக்கினார்.
- ***T.W. என்ஜெல்மேன்*** (***T.W. Engelmann-1888***) ஒளிச்சேர்க்கையின் ஒளி செயல்திறன் நிறமாலையை விவரித்தார் (Action spectrum).
- ***பிளாக்மேன்*** (***Blackman-1905***) கட்டுப்படுத்தும் காரணிகள் விதியை உருவாக்கினார்.
- ***வார்பர்க்*** (***Warburg-1920***) ஒளிச்சேர்க்கை ஆய்விற்கு ஒரு செல் ஆல்காவான குளோரெல்லாவைப் பயன்டுத்தினார்.
- ***வான் நீல்*** (***Van Neil 1931***) ஒளிச்சேர்க்கையின் போது வெளியிடப்படும் ஆக்ஸிஜன், கார்பன்டை ஆக்சைடிலிருந்து வருவதில்லை மாறாக நீரிலிருந்து வருகிறது என நிரூபித்தார். ஊதாபச்சை பாக்டீரியங்களை பயன்படுத்தி ஒளிச்சேர்க்கை ஆய்வுகளை செய்து காட்டினார்.

$$2H_2A + CO_2 \xrightarrow[\text{பச்சையம்}]{\text{ஒளி}} (CH_2O)_n + H_2O + 2A$$

பசுங்கந்தக பாக்டீரியாவில் H_2S ஆனது ஹைட்ரஜன் கொடையாளியாக செயல்பட்டு ஆக்ஸிஜனுக்கு பதிலாக சல்ஃபரை வெளியேற்றியது.

- ***எமர்சன் மற்றும் அர்னால்ட்*** (***Emerson and Arnold 1932***) ஒளி மற்றும் இருள்வினைகள் நடைபெறுகிறது என்பதனை ஒளிச்சிதறல் ஆய்வின் மூலம் நிரூபித்தார்.
- ***R. ஹில்*** (***R. Hill-1937***) பசுங்கணிகங்களை பிரித்தெடுத்து ஒளியின் முன்னிலையில் எலக்ட்ரான் ஏற்பியை பயன்படுத்தி நீரின் ஒளிபிளத்தல் நிகழ்வை நிரூபித்தார்.
- ***ரூபன் மற்றும் கேமென்*** (***Ruben & Kamen-1941***) கதிரியக்க ஆக்ஸிஜன் $^{18}O_2$ பயன்படுத்தி ஆக்ஸிஜன் நீரிலிருந்து உருவாவதை நிரூபித்தார்.
- ***ஆர்னான், ஆலன் மற்றும் வாட்லே*** (***Arnon, Allen & Whatley-1954***) கதிரியக்க $^{14}CO_2$ பயன்படுத்தி, பிரித்தெடுக்கப்பட்ட பசுங்கணிகங்களில் CO_2 நிலைநிறுத்தம் நடைபெறுவதை நிரூபித்தார்.
- ***மெல்வின் கால்வின்*** (***Melvin Calbin-1954***) கதிரியக்க $^{14}CO_2$ பயன்படுத்தி ஒளிச்சேர்க்கையின் கார்பன் வழித்தடத்தை கண்டறிந்து இருள்வினையை (அ) C3 சுழற்சி விவரித்தார். 1960ஆம் ஆண்டு இதற்காக நோபல் பரிசினைப் பெற்றார்.
- ***ஹாட்ச் மற்றும் ஸ்லாக்*** (***Hatch & Slack-1965***) C4 தாவரங்களில் நடைபெறும் கார்பன் நிலைநிறுத்தத்தினைக் (C4 சுழற்சி) கண்டறிந்தார்.
- ***ஹீயுபர், மைக்கேல் மற்றும் டிஸென்ஹாப்பர்***(***Huber, Michael & Dissenhofer-1985***) ரோடோபாக்டர் பாக்டீரியத்தின் ஒளிச்சேர்க்கை வினை மையத்தை படிகமாக்கினார்கள். 1988ஆம் ஆண்டு இதற்காக நோபல் பரிசினைப் பெற்றார்கள்.

13.2 வரையறை, முக்கியத்துவம் மற்றும் ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறும் இடம்

13.2.1 ஒளிச்சேர்க்கையின் வரையறை

ஒளியாற்றலை வேதியாற்றலாக மாற்ற

ஒளியின் உதவியுடன் நிகழ்த்தப்படும் ஒளிவேதிய ஆக்ஸிஜனேற்றம் மற்றும் ஒடுக்க வினைகள் அடங்கிய செயலே ஒளிச்சேர்க்கையாகும். இது ஒரு முக்கிய வளர் உருவினை (Anabolic) வினையாகும். தாவரங்கள் மற்றும் ஒளிச்சேர்க்கை பாக்டீரியாக்கள் கார்பன் டைஆக்ஸைடு, நீர் ஆகிய எளிய பொருட்களை பயன்படுத்தி ஒளியின் உதவியால் கார்போஹைட்ரேட்டுகளை உருவாக்கி ஆக்ஸிஜனை வெளியிடும் நிகழ்ச்சி.

ஒளிச்சேர்க்கையின் ஒட்டு மொத்த வினை

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{பச்சையம்}]{\text{ஒளி}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2\uparrow$$

ரூபன் மற்றும் கேமன் (Ruben & Kamen-1941) ஆறு மூலக்கூறு ஆக்ஸிஜனை உருவாக்க 6 மூலக்கூறு நீர் போதுமானதாக இருப்பதில்லை என நிரூபித்து இவ்வினையின் சமன்பாட்டை கீழ்கண்டவாறு மாற்றினார்.

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{பச்சையம்}]{\text{ஒளி}} C_6H_{12}O_6 + 6\,H_2O + 6O_2\uparrow$$

ஒளிச்சேர்க்கை என்பது ஒட்டுமொத்த ஆக்ஸிஜனேற்ற மற்றும் ஒடுக்க வினைகள்(Redox reaction) ஆகும்.

ஆக்ஸிஜனேற்றம் - நீரானது ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைந்து ஆக்ஸிஜனாக மாறுதல் (எலக்ட்ரான் இழப்பு).

ஒடுக்கம்- கார்ப்பன்டை ஆக்ஸைடானது ஒடுக்கமடைந்து கார்போ ஹைட்ரேட்டுகளாக மாறுதல் (எலக்ட்ரான் ஏற்பு).

சில பாக்டீரியாங்களில் ஆக்ஸிஜன் வெளியிடப்படுவதில்லை இவை ஆக்ஸிஜன் வெளியிடா அல்லது காற்றில்லா ஒளிச்சேர்க்கை எனப்படும். எடுத்துக்காட்டு. பசுங்கந்தக, ஊதாகந்தக மற்றும் பசுமை இழை பாக்டீரியாக்கள்.

13.2.2 ஒளிச்சேர்க்கையின் முக்கியத்துவம்

1. ஒளிச்சேர்க்கை செய்யும் உயிரினங்கள் இவ்வுலக உயிரினங்களுக்கு நேரடியாகவோ அல்லது மறைமுகமாகவோ உணவளிக்கிறது.
2. இந்த ஒரு இயற்கை நிகழ்வினால் மட்டுமே ஆக்ஸிஜன் வெளியேற்றப்பட்டு வளிமண்டலத்தின் ஆக்ஸிஜன் சமநிலை ஏற்படுகிறது.
3. ஒளிச்சேர்க்கை இயற்கையின் ஆக்ஸிஜன், கார்பன் சுழற்சியைச் சமபடுத்துகிறது.
4. ஒளிச்சேர்க்கை தாவரங்கள் மூலமே புதைபடிம எரிபொருட்களான நிலக்கரி, பெட்ரோல் போன்றவை பெறப்படுகிறது.
5. ஒளிச்சேர்க்கை உயிரினங்களே முக்கிய உற்பத்தியாளர்களாக செயல்பட்டு ஆற்றலை உருவாக்குகிறது. பிற உயிரினங்கள் ஆற்றலுக்காகஒளிச்சேர்க்கைஉயிரினங்களை சார்ந்துள்ளன.
6. ஒளிச்சேர்க்கை நிகழ்ச்சியின் மூலமே கால்நடை தீவனங்கள், நார் இழைகள், மரக்கட்டைகள், எரிபொருட்கள், மருந்து பொருட்கள் போன்றவை பெறப்படுகின்றன.

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

உயிரொளிர்தல் (Bioluminescence): குறிப்பிட்ட சில உயினங்கள் ஒளியை உற்பத்தி செய்து உமிழும் தன்மை பெற்றவை. தாவரங்களில் இது ஒரு அரிதான நிகழ்வு. MITபொறியியல் வல்லுனர்கள் குழு உயிர்ரொளிர்தல் விளக்குகளை (Bioluminescent lamps) நீர் சோர்வு (Water cress) தாவரங்களிலிருந்து உருவாக்கியுள்ளனர். இதன் நோக்கம் எதிர்காலத்தில் வழக்கமாக நாம் பயன்படுத்தும் மின் விளக்குகளுக்கு பதிலாக ஒளி உமிழும் பசுந்தாவரங்கள் ஒரு மாற்றாக அமையும்.

13.2.3. ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறும் இடம்

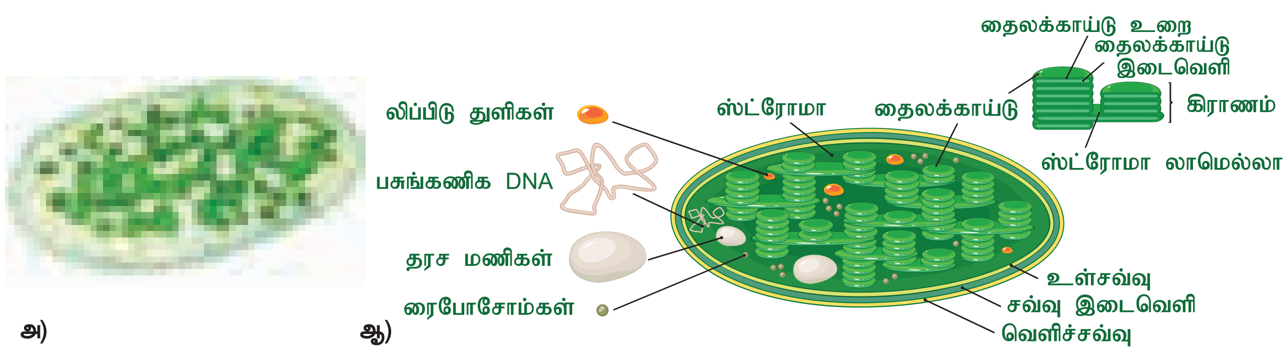
பசுங்கணிகம் ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறும் இடம் ஆகும். ஒளிச்சேர்க்கை நிகழ்வின் ஆற்றல் உருவாக்கும் வினையான ஒளி வினையும் (Light reaction) கார்பனை நிலைநிறுத்தம் செய்யும் இருள்வினையும் (Dark reaction) இங்கு நடைபெறுகிறது. பசுங்கணிகம்(Chloroplast) ஒரு வட்டுவடிவ (அ) லென்ஸ் வடிவ, இரட்டை சவ்வினால் ஆன செல்நுண்ணுறுப்பாகும். 4-10μm μm விட்டமும் மற்றும் 1-33 μm தடிமனும் உடையது. இதன் இரு சவ்வுகளும் ஒரலகு சவ்வாக செயல்படுகிறது. இரண்டு சவ்வுகளுக்கு இடைப்பட்ட இடைவெளி 100 முதல் 200 A° ஆகும். பசுங்கணிகத்தின் உள்ளே காணப்படும்

கூல்போன்ற, புரத தன்மையுடைய திரவத்திற்கு **ஸ்ரோமா** என்று பெயர்.

ஸ்ரோமாவில் பைபோன்ற, தட்டுவடிவ படல அமைப்புகள் காணப்படுகிறது இதற்கு **தைலகாய்டு வட்டில்கள்** அல்லது **லாமெல்லே** என்று பெயர். லாமெல்லாக்கள் ஒன்றின் மீது ஒன்றாக அடுக்கி வைக்கப்பட்ட நாணயங்கள் போன்று காணப்படும் அமைப்பிற்கு **கிரானம்** (Granum) என்று பெயர். ஒவ்வொரு பசுங்கணிகத்திலும் 40 முதல் 80 கிரானாக்கள் காணப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு கிரானத்திலும்; 5 முதல் 30 தைலகாய்டுகள் காணப்படுகின்றன.

கிரானத்தில் காணப்படும் தைலகாய்டுகள் **கிரானம் லாமெல்லே** எனவும் ஸ்ட்ரோமாவில் காணப்படும் தைலகாய்டுகள் **ஸ்ட்ரோமா லாமெல்லே** எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. தைலகாய்டு தட்டுகள் 0.25 முதல் 0.8 மைக்ரான் விட்டம் அளவுடையவை. கிரானங்களை இணைக்கும் மெல்லிய லாமெல்லாக்களுக்கு **பிஃரட் சவ்வு** (Fret membrane) என்று பெயர். நிறமி அமைப்பு I (PS I) வெளிப்புற தைலக்காய்டு சவ்வில் ஸ்ட்ரோமா நோக்கிய நிலையில் காணப்படும். நிறமி அமைப்பு II (PS II) தைலகாய்டின் உட்புற சவ்வில் தைலகாய்டு இடைவெளியை (Thylakoid lumen) நோக்கி உள்ளது. கிரானம் லாமெல்லாக்களில் PS I மற்றும் PS II இரண்டும் காணப்படுகிறது. அனால் ஸ்ட்ரோமா லாமெல்லாக்களில் PS I மட்டுமே காணப்படுகிறது. பசுங்கனிகத்தில் 30–35% புரதங்களும், 20–30% பாஸ்போலிப்பிடுகள், 5–10% குளோரோஃபில், 4–5% கரோடினாய்டுகள், 70S ரைபோசோம்கள், வட்டவடிவ DNA மற்றும் தரச மணிகள் ஆகியவை காணப்படுகின்றன. லாமெல்லாக்கள் (அ) தைலகாய்டுகளின் உட்புறபரப்பில் சிறிய கோளவடிவ அமைப்புகள் காணப்படுகின்றன . இவற்றிற்கு **குவாண்டோசோம்கள் (Quantasomes)** என்று பெயர்.

பசுங்கனிகத்தில் 70S ரைபோசோம் மற்றும் DNA காணப்படுதல் அதற்கு பாதிசுயசார்பு தன்மையை அளிப்பதுடன் அககூட்டுயர் கோட்பாட்டை நிரூபிப்பதாகவும் உள்ளது **அககூட்டுயிர் கோட்பாட்டின்படி (Endosymbiotic theory)** பசுங்கனிகங்கள் பாக்டீரியாவிலிருந்து பரிணாமம் அடைந்தவை எனக் கருதப்படுகிறது. தைலகாய்டுகளின் நிறமி அமைப்பு சூரிய ஆற்றலை பயன்படுத்தி ATP மற்றும் NADPH + H^+ ஆற்றல் மூலக்கூறுகளை உற்பத்தி செய்கிறது. பசுங்கனிகத்தின் ஸ்ட்ரோமாவில் உள்ள நொதிகள் கார்பன் டைஆக்ஸைடை கார்போஹைட்ரேட்டாக மாற்றுகிறது. சயனோபாக்டீரியக்ளில் காணப்படும் தைலகாய்டுகள் உறையற்று பசுங்கணிகம் என்ற அமைப்பு இல்லாமல் சைட்டோபிளாசத்தில் தனித்து காணப்படுகின்றன.



படம் 13.1 அ) பசுங்கணிகத்தின் முப்பரிமாண அமைப்பு ஆ) பசுங்கணிகத்தின் உள்ளமைப்பு தோற்றம்

13.3 ஒளிச்சேர்க்கை நிறமிகள்

பசுங்கணிகங்கள் மற்றும் ஒளிச்சேர்க்கை பாக்டிரியாக்களில் காணப்படும் நிறமிகள் ஒளிச்சேர்க்கை நிறமிகள் எனப்படும். இவை ஒளிச்சேர்க்கைக்கு தேவையான ஒளியாற்றலை ஈர்க்கின்றன. (அட்டவணை 13.1).

13.3.1 பச்சையம் அமைப்பு

பச்சையம் 'a' ஒரு முதன்மை நிறமி. இது வினை மையமாக செயல்படுகிறது. மற்ற நிறமிகள் துணை நிறமிகளாக செயல்பட்டு சூரிய ஆற்றலை பெற்று அதனை முதன்மை நிறமிக்கு கடத்துக்கின்றன.

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 119 05-07-2018 12:35:02

அட்டவணை 13.1 ஒளிச்சேர்க்கை நிறமிகளின் வகைகள்		
பச்சையம் (Chlorophyll)	கரோட்டினாய்டுகள் (Carotenoids)	பைகோ:பிலின்கள் (Phycobilins)
1. பச்சையம் 'a' ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) – பசுந்தாவரங்கள் மற்றும் சயனோபாக்டீரியங்கள்	1. கரோட்டின் ($C_{40}H_{56}$)– லைக்கோபீன்கள் (சிவப்பு நிறமி)	1. பைகோசயனின் – சயனோ பாக்டீரியங்கள்
2. பச்சையம் 'b' ($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$) – பசுமை ஆல்காக்கள் மற்றும் அனைத்து உயர் தாவரங்கள்	2. சாந்தோ:பில் (C40H56O2) மஞ்சள்நிறமி– வயோலாசாந்தின், :புயுகோசாந்தின் (பழுப்பு ஆல்காக்கள்) மற்றும் லியூட்டின்.	2. :பைகோஎரித்ரின்–சிவப்பு ஆல்காக்கள்
3. பச்சையம் 'c' ($C_{55}H_{32}O_5N_4Mg$) – டயனோபிளாஜெல்லேட்டுகள், டயாட்டங்கள் மற்றும் பழுப்பு ஆல்காக்கள்		
4. பச்சையம் 'd' – சிவப்பு ஆல்காக்கள்		
5. பச்சையம் 'e' – சாந்தோ:பைசியன் ஆல்காக்கள்		
6. பாக்டீரிய பச்சையம் 'a'		
7. பாக்டீரிய பச்சையம் 'b'		
8. குளோரோபியம் பச்சையம் 650		
9. குளோரோபியம் பச்சையம் 666		

குளோரோ:பில் ஒரு தலைபிரட்டை வடிவத்தை பெற்றிருக்கிறது. இதில் Mg - பார்:பைரின் தலைப்பகுதியும் (நிர்விரும்பும் தலைபகுதி) :பைட்டால் வால் (லிப்பிடு விரும்பும் வால் பகுதி) பகுதியும் உள்ளன. பார்:பைரின் தலைப்பகுதியில் நான்கு பைரால் வளையங்கள் C–H பிணைப்பினால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு பைரால் வளையமும் நான்கு கார்பன் மற்றும் ஒரு நைட்ரஜனால் ஆனது. Mg- பார்:பைரின் வளையத்தில் காணப்படும் பக்க தொகுதிகள் நிறமியின் பண்பை மாற்றியமைக்கிறது. பல்வேறு வகையான பக்க தொகுதிகள் பல்வேறு வகை குளோரோ:பில்களை உருவாக்குகின்றன.

:பைட்டால் வால் பகுதி 20 கார்பன்களால் ஆனது. இது நான்காவது பைரால் வளையத்தின் ஏழாவது கார்பனுடன் இணைந்துள்ளது. :பைட்டால் வால்பகுதி நீண்ட புரோப்பியோனிக் எஸ்டர் பிணைப்பை கொண்டுள்ளது. நீண்ட லிப்பிடு விரும்பும் இந்த வால் பகுதி குளோரோ:பில்லை தைலகாய்டுகளுடன் பொருத்த உதவுகிறது. (படம் 13.2)

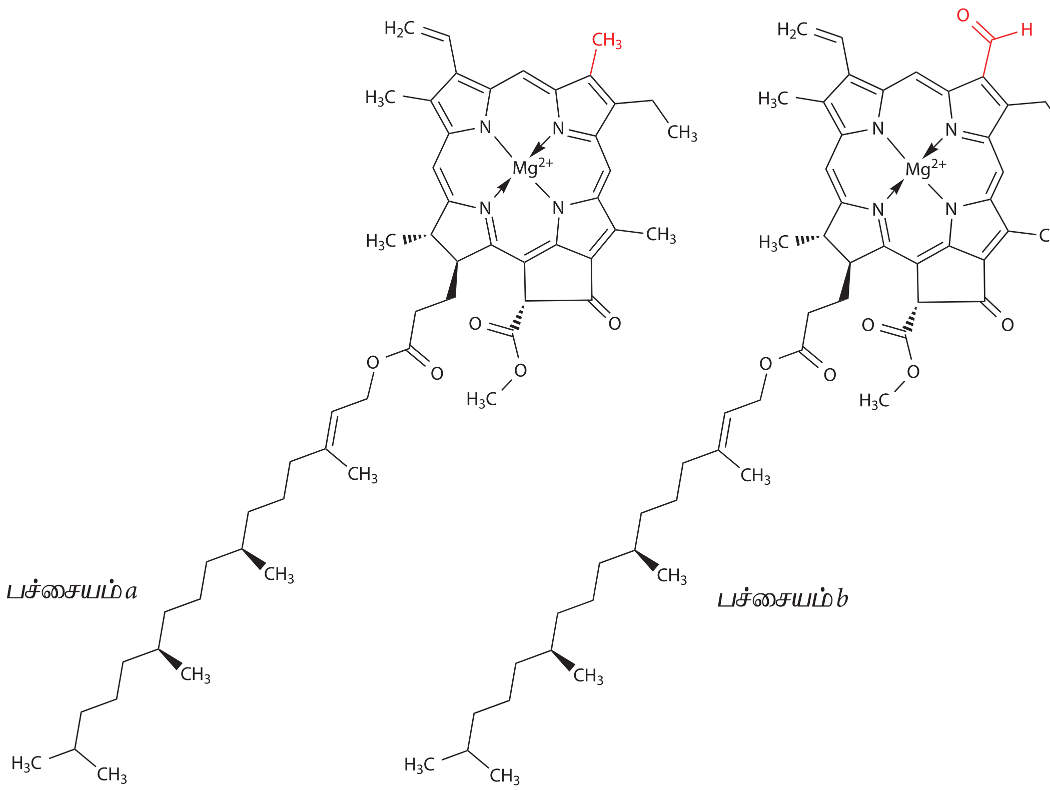
அ. குளோரோ:பிலின் உயிர்ம உற்பத்தி:

சுவாசித்தல் மற்றும் ஒளிச்சேர்க்கை செயல்களில் உருவாகும். இடைப் பொருளிலிருந்து குளோரோ:பில் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. சக்சினிக் அமிலம் கிரப் சுழற்சியின் ஒரு இடைப்பொருள் ஆகும். இது துணைநொதியினால் ஊக்குவிக்கப்பட்டு எளிய அமினோ அமிலமான கிளைசினுடன் வினைபுரிகிறது. இவ்வினையின் தொடர்ச்சியாக பல்வேறு பொருட்கள் உருவாகி இறுதியில் குளோரோபில் 'a' உருவாகிறது. குளோரோ:பில்லின் உயிர்ம உற்பத்திக்கு Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, K மற்றும் நைட்ரஜன் அவசியம். இந்த தனிமங்கள் ஏதேனும் ஒன்றின் குறைபாடு பச்சையசோகையை (Chlorosis) ஏற்படுத்துகிறது. (கனிம ஊட்டம் பாடத்தினை நினைவு கூர்க)

ஆ. குளோரோ:பில் a மற்ற நிறமிகளுடன் ஒப்பிடு:

குளோரோ:பில் 'b' யின் இரண்டாவது பைரால் வளையத்தின் 3வது கார்பனில் CHO (ஆல்டிஹைடு) தொகுதியை பெற்று 3 வது கார்பனில் CH_3 (மீதைல்) பெற்றிருக்கும்

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 120 05-07-2018 12:35:03



படம் 13.2 பச்சையம் a மற்றும் b அமைப்பு

குளோரோஃபில் 'a' வில் இருந்து வேறுபடுகிறது.

குளோரோஃபில் 'c' குளோரோஃபில் 'a' ஃபைட்டால் வால் பகுதி இல்லாதிருப்பதால் வேறுபடுகிறது.

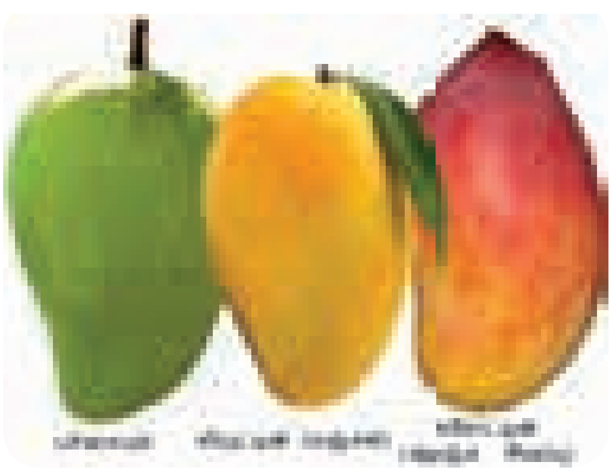
குளோரோஃபில் 'd' யில் பைரால் வளையத்தின் இரண்டாவது கார்பனுடன் O-CHO தொகுதி உள்ளது . ஆனால் குளோரோபில் 'a' யில் CH-CH2 தொகுதி முதல் பைரால் வளையத்தின் இரண்டாவது கார்பனில் காணப்படுகின்றது.

பியோஃபைட்டினானது குளோரோபில் 'a' போன்றே உள்ளது. ஆனால் Mg அணுவிற்கு பதிலாகஇரண்டு H அணுக்கள் காணப்படுகின்றன.

ஃபைக்கோபிலின்கள் திறந்த பைரால் வளையத்தை கொண்டுள்ளது. இதில் Mg, இல்லை பைட்டால் வால்பகுதியும் இல்லை.

13.3.2. கரோட்டீனாய்டுகள்:

கரோட்டீனாய்டுகள் மஞ்சள் முதல் ஆரஞ்சு நிறமுடைய நிறமிகள். பெரும்பாலும் டெட்ராடெர்பீன்களாக இவைகள் உள்ளன. மேலும் இந்த நிறமிகள் அனைத்தும் புலனாகும் நிறமாலையின் நீலம் முதல் ஊதா நிற ஒளியை வலிமையுடன் ஈர்க்கின்றன. இந்த நிறமிகள் குளோரோஃபில் நிறமிகளை ஒளி ஆக்ஸிஜனேற்ற சிதைவிலிருந்து பாதுகாக்கின்றன. எனவே இவற்றிற்கு கவச நிறமிகள் (Shield pigments) என்று பெயர். இவைகள் சூரிய ஒளியை ஈர்த்து குளோரோஃபில் நிறமிக்கு கடத்துகின்றன. பெரும்பாலும் அனைத்து கரோட்டீனாய்டு நிறமிகளும் 40 கார்பன் அணுக்களைப் பெற்றவை. கனிகள் பழுத்தல், மலரின் நிறங்கள் மற்றும் இலையுதிர்கால இலைகளின் நிறமாற்றம் ஆகியவைகளுக்கு கரோட்டீனாய்டுகளே (கரோடின் மற்றும் சாந்தோஃபில்) காரணமாக உள்ளன.(படம் 13.3)



படம் 13.3 நிறமிகளின் வேறுபாடுகளினால் கனிகளின் நிறமாற்றம்

i) கரோட்டின்கள்

ஆரஞ்சு,சிவப்பு,மஞ்சள் மற்றும்பழுப்பு நிறம் கொண்ட நிறமிகளான இவை ஹைட்ரோகார்பன்களாகத் (லிப்பிடுகள்) திகழ்கின்றன. பெரும்பாலானவை டெட்ராடெர்பீன்கள் ($C_{40}H_{56}$) என்பதும் குறிப்பிடத்தக்கது. கரோடின் தாவரங்களில் அதிகம் காணப்படும் கரோடினாகும். மேலும் இவை வைட்டமின் Aவின் முன்னோடி பொருளாக உள்ளன. லைக்கோபீன்கள் தக்காளி, சிவப்பு மிளகாய் மற்றும் ரோஜாக்களில் காணப்படும் சிவப்பு நிறமிகளாகும்.

ii) சாந்தோஃபில்கள்

மஞ்சள் நிறமிகளான ($C_{40}H_{56}O_2$) இவை கரோடினை போன்றவை ஆனால் கூடுதலாக ஆக்ஸிஜன் பெற்றவை. லியூட்டின் நிறமியானது இலையுதிர் கால இலைகளின் மஞ்சள் நிறமாற்றத்திற்கு காரணமாக உளள சாந்தோஃபில் நிறமி.

13.3.3. பைக்கோபிலின்கள்

புரதத்தன்மையுடைய நிறமிகளான இவை நீரில் கரையக் கூடியவை. மேலும் இவற்றில் Mg மற்றும் பைட்டால் வால்பகுதி இருப்பதில்லை. இவை இரு வகைகளாக உள்ளன.

1. ஃபைக்கோசயனின் - சயனோபாக்டீரியங்களின் நீலபச்சை நிறத்திற்கு காரணம் ஆகும்.
2. ஃபைக்கோஎரித்திரின்-சிவப்புஆல்காக்களில் (Rhodophycean algae) சிவப்பு நிறத்திற்கு காரணமாக உள்ளது.

13.4 மின்காந்த கதிர்வீச்சு நிறமாலை:

மின்காந்த கதிர்வீச்சு நிறமாலையில் புலனாகும் ஒளிக்கதிர்களடங்கிய பகுதி மிகவும் சிறிய பகுதி மட்டுமே. இப்புவியின் ஒட்டு மொத்த உயிர் வாழ்க்கை ஒளியை சார்ந்தே உள்ளது. மேலும் இதுவே உந்து சக்தியாகவும் உள்ளது. தாவரங்கள் இயற்கையாகவே சூரிய ஆற்றலை நேரடியாக பயன்படுத்தும் திறன் பெற்றவை. இங்கே கொடுக்கப்பட்ட படத்தில்(13.5) மின்காந்த கதிர்வீச்சு நிறமாலை மற்றும் ஒளியின் புலனாகும் ஒளிக்கதிர்களடங்கிய பகுதிகள் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. 300 முதல் 2600nm அலைநீளமுள்ள சூரிய கதிர்வீச்சு பூமியை

பசுங்கணிக நிறமிகளைப் பிரித்தெடுக்கும் வண்ணபிரிகைதாள் சோதனை முறை

படி 1 – 80% அசிட்டோனைப் பயன்படுத்தி இலையிலிருந்து குளோரோஃபில் நிறமி சாறெடுத்தல்.

படி 2 – ஆவியாதல் மூலம் அடர்வு படுத்துதல்.

படி 3 – வண்ண பிரிகை தாளின் ஒரு முனையில் 2 செ.மீ-க்கு மேலாக சில துளிகளைச் சேர்த்தல்.

படி 4 – பிரிகை நிகழ்த்தும் கண்ணாடிகலனில்-பெட்ரோலியம் ஈதர் மற்றும் அசிட்டோன் 9:1 விகிதத்தில் கலந்த கரைப்பானை சேர்த்தல்.

படி 5 – வண்ணபிரிகை தாள் கரைப்பானினை தொட்டுக் கொண்டிருக்கும்படி வைத்தல்.

உற்று நோக்கல்:

ஒரு மணி நேரம் கழித்து வண்ண பிரிகை தாளை உற்று நோக்கும்போது நிறமிகள் நான்கு வேறுபட்ட தனித்த புள்ளிகளாக பிரிந்து இருப்பதை நீங்கள் காணலாம். (படம் 13.4)

படம் 13.4 வண்ணபிரிகைதாள் சோதனை

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

ஒளியானது மிக அதிகப்படியான வேறுபாடுடையது, ஒரு வேளை கதிர்வீச்சானது சமமாக இப்பூமியில் பரவியிருந்தால் அதுவே 35m தடிமன் உடைய பனிக்கட்டியை உருக்க கூடியதாக இருந்திருக்கும்.

வந்தடைகிறது. இதில் புலனாகும் நிறமாலையின் அளவு 390 to 763 nm (3900Å முதல் 7630Å) அலைநீளமே ஒளியின் நிறத்தை தீர்மானிக்கிறது. ஒளியின் ஆற்றலானது அதன் அலை நீளத்திற்கு எதிர் விகிதப் பொருத்தத்தில் உள்ளது. குறுகிய அலைநீளமுடையது அதிக ஆற்றலையும் அதிக அலைநீளமுடையது குறைந்த ஆற்றலை கொண்டிருக்கிறது. மின்காந்த நிறமாலையானது 8 வகையான கதிர்வீச்சை பெற்றுள்ளது. இவை முறையே காஸ்மிக் கதிர்கள், காமா கதிர்கள், X-கதிர்கள், U-V கதிர்கள், புலனாகும் நிறமாலை, அகச்சிவப்பு கதிர்கள் (Infra red), மின்னியக் கதிர்கள் மற்றும் ரேடியோ கதிர்வீச்சு (படம் – 13.5).

ஒளியின் பண்புகள்

1 ஒளியானது கிடைத்தளமாக செல்லும் மின்காந்த அலைகளாகப் பயனிக்கிறது.

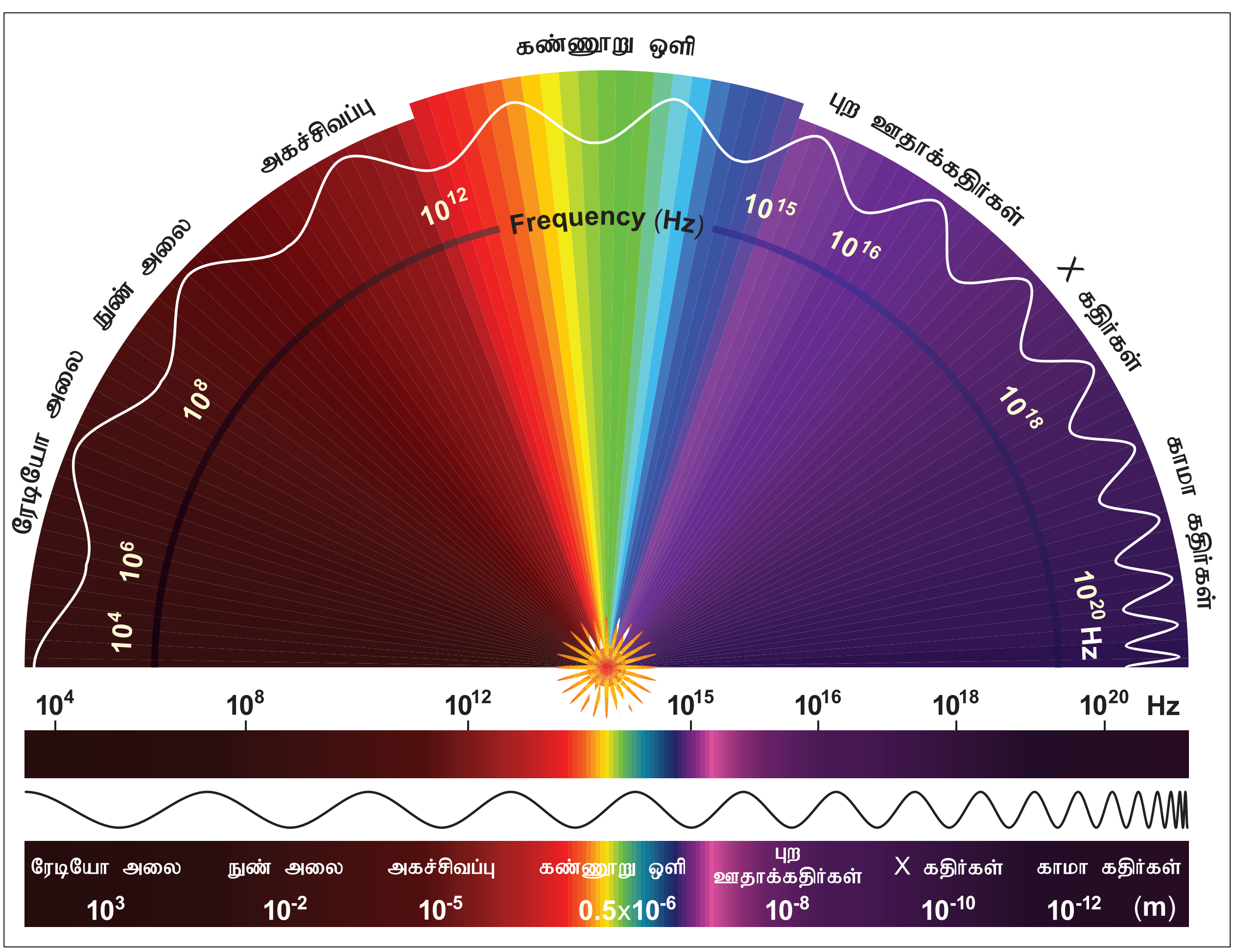
2 இதில் ஒளி செல்லும் திசைக்கு செங்குத்தாகவும் மற்றும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாகவும் ஊசலாடும் மின் மற்றும் காந்த புலங்கள் காணப்படுகின்றன.

3 ஒளியானது $3 \times 10^8\ ms^{-1}$ வேகத்தில் செல்கிறது.

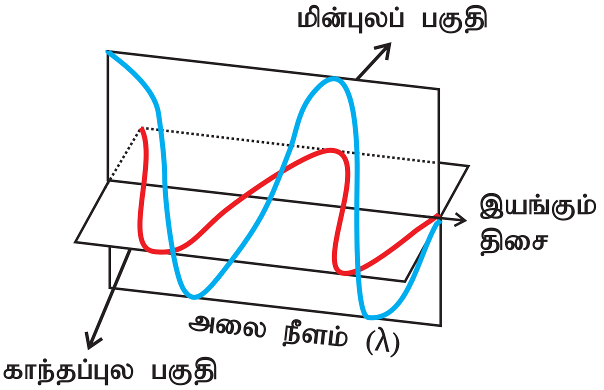
4 அலைநீளம் என்பது அடுத்தடுத்த இரு அலை முகடுகளுக்கு இடைப்பட்ட தூரம்.

5 ஒளியின் மிகச்சிறிய துகள் போட்டான் (Photon) எனப்படுகிறது. ஒவ்வொரு போட்டான் பெற்றிருக்கும் ஆற்றலுக்கு குவாண்டம் (Quantum) என்று பெயர்.

6 போட்டானின் ஆற்றலானது ஒளியின் அதிர்வெண்ணைப் பொறுத்தது. (படம் 13.6)



படம் 13.5 மின்காந்த கதிர்வீச்சு நிறமாலை



படம் 13.6 ஒளியின் மின்காந்த அலை இயக்கம்

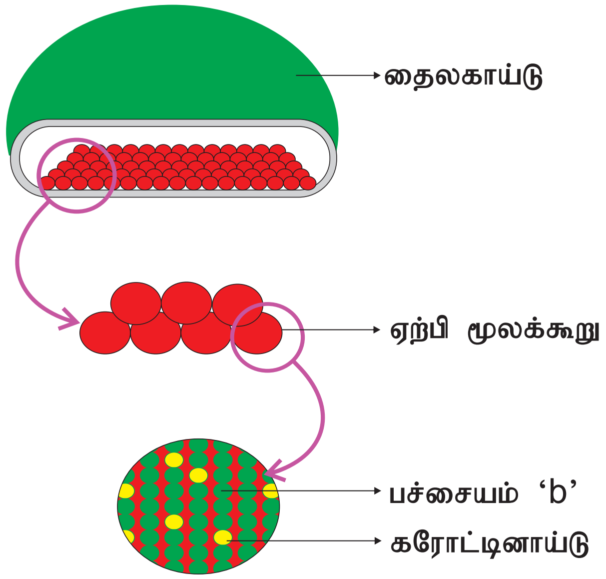
13.5 ஒளிச்சேர்க்கை அலகு (குவாண்டோசோம்)

குவாண்டோசோம்கள் என்பவை ஒளிச்சேர்க்கை செயல்பாட்டிற்கான உருவதோற்ற வெளிப்பாடு அலகுகளாகும். இவை தைலகாய்டு லாமெல்லாக்களின் உட்புறச்சவ்வில் பொதிந்துள்ளது. ஒவ்வொரு குவாண்டோசோம்மும் 180 Å × 160Å நீள அகலமும் மற்றும் 100A° தடிமனுடையது. 1952 **ஸ்டெயின்மேன்** எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின் மூலம் குளோரோபிளாஸ்ட் லாமெல்லாகளில் காணப்படும் துகள் போன்ற அமைப்புகளை கண்டறிந்தார். பின்னர் **பார்க்** மற்றும் **பிக்கின்ஸ்** (1964) இந்த குமிழ் போன்ற துகள்கள் ஒளிச்சேர்க்கையின் செயல் அலகுகள் என உறுதி செய்தார், மேலும் இதற்கு **குவாண்டோசோம்** என்று பெயரிட்டனர். அவர்கள் கூற்றுபடி ஒரு குவாண்டோசோமில் 230 குளோரோபில் மூலக்கூறுகள் உள்ளது எனக் கருதப்படுகிறது.

ஒளிச்சேர்க்கை அலகு என்பது ஒளிவேதி வினையின் போது ஒரு ஆக்ஸிஜனை வெளியேற்ற அல்லது ஒரு CO_2 மூலக்கூறை ஒடுக்க தேவையான குறைந்தபட்ச குளோரோஃபில் மற்றும் துணை நிறமிகளின் எண்ணிக்கையைக் குறிக்கிறது. (படம் 13.7).

எமர்சன் மற்றும் **ஆர்னால்டு** (1932) ஒளிக்கற்றை ஆய்வுகளின் மூலம் ஒரு கார்பன் டைஆக்ஸைடை நிலைநிறுத்த 2500 குளோரோபில் மூலக்கூறுகள் தேவைப்படுகின்றன என கண்டறிந்தனர்.

ஒரு கார்பன் டைஆக்ஸைடை ஒடுக்க அல்லது நிலைநிறுத்த 10 குவாண்டா ஒளி தேவைப்படுகிறது எனில் 2500 இல் பத்தில் ஒரு பங்கான 250 மூலக்கூறுகள் கொண்டது ஒரு ஒளிச்சேர்க்கை அலகு என கணக்கிடப்படுகிறது. பொதுவாக 200 முதல் 300 குளோரோஃபில் மூலக்கூறுகளை கொண்ட அலகே ஒரு செயலியல்சார் ஒளிச்சேர்க்கை அலகு எனக்கருதப்படுகிறது. எமர்சன் கூற்றுப்படி ஒரு ஆக்ஸிஜனை வெளியேற்றஅல்லது ஒரு கார்பன் டைஆக்ஸைடை ஒடுக்க 8 குவாண்டா ஒளி தேவைப்படுகிறது எனில் குவாண்டம் விளைச்சல் 1/8 or 12% ஆகும்.



படம் 13.7 குவாண்டோசோம்கள்

13.6 ஒளிஈர்ப்பு நிறமாலை மற்றும் ஒளிசெயல்திறன் நிறமாலை

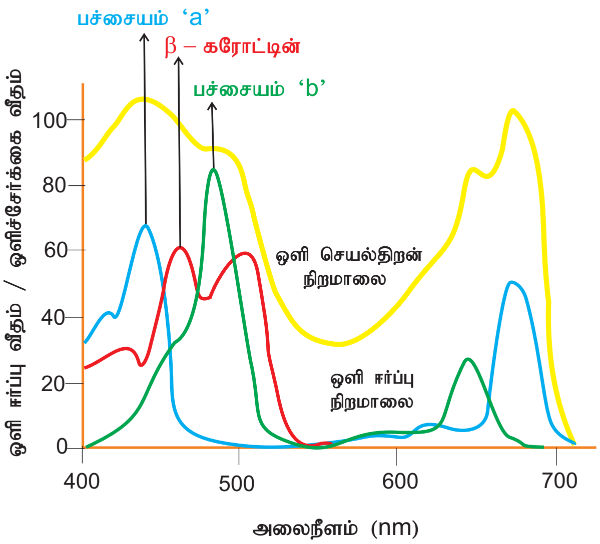
13.6.1. ஒளிஈர்ப்பு நிறமாலை

ஒளியை பிரதிபலிக்காமல், கடத்தாமல் ஒளியை முழுமையாக தேக்கி வைத்துக்கொள்வது ஒளிஈர்ப்பு எனப்படும். நிறமிகள் ஒளியின் பல்வேறு அலைநீளங்களை ஈர்த்துக் கொள்கிறது. ஒளிஈர்ப்பு நிறமாலை என்பது ஒளியின் பல்வேறு அலை நீளங்களையும், நிறமிகளின் ஒளி ஈர்ப்பையும் வரைபடத்தில் பொருத்தி பெறப்படும் வளைவு வரைபடமாகும்.

- குளோரோஃபில் 'a' மற்றும் குளோரோஃபில் 'b' நிறமியானது நீலம் மற்றும் சிவப்பு பகுதியிலிருந்து குவாண்டாவை ஈர்க்கிறது.
- குளோரோஃபில் a யின் உயர்ந்த ஈர்ப்பு முகடுகள் 670 முதல் 673, 680 முதல் 683 மற்றும் 695 முதல் 705 nm வரை உள்ள அலைநீளங்களில் தோன்றுகிறது.

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 124 05-07-2018 12:35:04

- குளோரோஃபில் a 680 (P680) குளோரோஃபில் a 700 (P700) முறையே PS II மற்றும் PS I க்கு ஈர்ப்பு மையமாக செயல்படுகின்றன.



படம் 13.8 ஒளிஈர்ப்பு மற்றும் ஒளி செயல்திறன் நிறமாலை

13.6.2. ஒளி செயல்திறன் நிறமாலை

ஒளிச்சேர்க்கையின் போது பல்வேறு ஒளி அலைகளின் செயல்திறனை அளவிட அவற்றின் குவாண்டம் விளைச்சலுடன் ஒப்பிட்டு வரைபடம் வரையும் போது உருவாகும் வளைவுகள் கொண்ட வரைபடம் **செயல்திறன் நிறமாலை** எனப்படுகிறது. செயல்திறன் நிறமாலையைக் காட்டும் வரைகோட்டுறுவிலிருந்து அதிகபடியான ஒளிச்சேர்கையானது நீலம் மற்றும் சிவப்பு நிறமாலைகளில் நடைபெறுகிறது என நிரூபணமாகிறது. இந்த அலைநீளத்தின் நிறமாலையில் குளோரோஃபில் 'a' மற்றும் குளோரோஃபில் 'b' யில் ஒளி ஈர்ப்பு அதிகமாக உள்ளது. ஆக்ஸிஜன் வெளியேற்றும் ஒளிச்சேர்க்கை நிகழ்வில் இரண்டு வேறுபட்ட நிறமிஅமைப்புகள் உள்ளன என்பதனை கண்டறிய ஒளிசெயல்திறன் நிறமாலை ஒரு ஆரம்ப கருவியாக செயல்பட்டது (படம் 13.8).

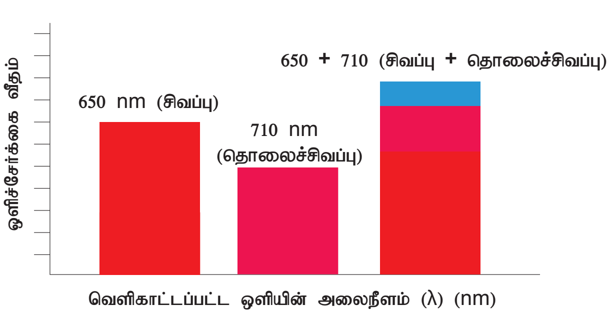
13.7 எமர்சன் ஆய்வுகள் மற்றும் ஹில் வினை

13.7.1. சிவப்பு வீழ்ச்சி அல்லது எமர்சன் முதல் விளைவு

எமர்சன் குளோரேல்லா ஆல்காவின் மீது ஒரு நேரத்தில் ஒரு ஒற்றை அலை நீள ஒளியை (monochromatic light) பயன்படுத்தி ஆய்வினை மேற்கொண்டார். தனித்தனியே ஒற்றை அலைநீள ஒளியை செலுத்தி ஒவ்வொரு முறையும் உருவான குவாண்டம் விளைச்சலை அளந்தார். குவாண்டம் விளைச்சலை ஒவ்வொரு அலை நீள ஒளியிலும் உருவான ஆக்ஸிஜனைக் கொண்டு வரைகோட்டை உருவாக்கினார். அவருடைய நோக்கம் எந்த அலைநீள ஒளியில் ஒளிவேதி விளைவினால் உருவாகும் ஆக்ஸிஜன் அளவு அதிகம் என கண்டறிதல். அவருடைய ஆய்வின்படி 600 முதல் 680 வரையிலான ஒளிஅலைநீளத்தில் ஒளிவேதி விளைவு சமகால அளவுகளில் அதிகரித்தது ஆனால் 680nm மேல் (சிவப்பு அலைநீள பகுதி) திடீரென வீழ்ச்சியைக் கண்டது. இதுபோன்று சிவப்பு பகுதிக்கு அப்பால் ஒளிச்சேர்க்கை வீதமானது திடீரென குறைவதற்கு **சிவப்பு வீழ்ச்சி (Red drop)** அல்லது எமர்சன் முதல் விளைவு என்று பெயர்.

13.7.2. எமர்சனுடைய மேம்படுத்தப்பட்ட விளைவு

எமர்சன் தன்னுடைய முதல் சோதனையை மாற்றியமைத்து அலைநீளம் குறைந்த (சிவப்பு ஒளி) ஒளியை, அலை நீளம் அதிகமான ஒளியுடன் (தொலைச்சிவப்பு ஒளி) சேர்த்து சோதனை செய்தார். இச்சோதனை முடிவில் அவர் கண்டறிந்தது அதிக அலைநீளம் கொண்ட (தொலைச்சிவப்பு) ஒற்றை ஒளியை, குறைந்த அலைநீளம் கொண்ட (சிவப்பு) ஒளியுடன் சேர்த்து செலுத்தி ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் கணக்கிடும்போது சிவப்பு ஒளியில் ஏற்படும் வீழ்ச்சிக்கு மாறாக ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் அதிகரித்தது. இதற்கு **எமர்சன் மேம்படுத்தப்பட்ட விளைவு** என்று பெயர்.(படம் 13.9)



படம் 13.9 எமர்சன் மேம்படுத்தப்பட்ட விளைவு

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 125 05-07-2018 12:35:04

தொலைச்சிவப்பு ஒளியின் ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் (710nm) = 10

சிவப்பு ஒளியின் ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் (650nm) = 43.5

சிவப்பு ஒளி + தொலைச்சிவப்பு ஒளியில் ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் (650 + 710nm) =72.5

(மேம்படுத்தப்பட்ட விளைவு)

13.7.3. ஹில் வினை (Hill reaction)

R. ஹில் (1937) தனிமைபடுத்தப்பட்ட பசுங்கணிகங்களில் பெரிக்சயனைடு போன்ற எலக்ட்ரான் ஏற்பி முன்னிலையில் ஒளியை செலுத்தும்போது அது பெர்ரோ சயனைடாக ஒடுக்கம் அடைகிறது மேலும் ஆக்ஸிஜன் விடுவிக்கப்பட்டது. தற்போது ஹில் வினையானது ஒளி வினைக்கு நிகரானது எனக் கருதப்படுகிறது.

ஹில்வினையின் முடிவுகள்:

1. ஒளிச்சேர்க்கையின் போது ஆக்ஸிஜனானது நீரிலிருந்து உருவாகிறது.
2. கார்பன் டைஆக்ஸைடை ஒடுக்க தேவையான ஹைட்ரஜன் மற்றும் எலக்ட்ரான்கள் நீரிலிருந்து பெறப்படுகிறது.
3. இதைக் கொண்டு உருவாக்கப்படும் ஒடுக்கும் காரணி (A) பின்னர் கார்பன் டைஆக்ஸைடை ஒடுக்குகிறது.

$$2H_2O + 2A \longrightarrow 2\ AH_2 + O_2$$

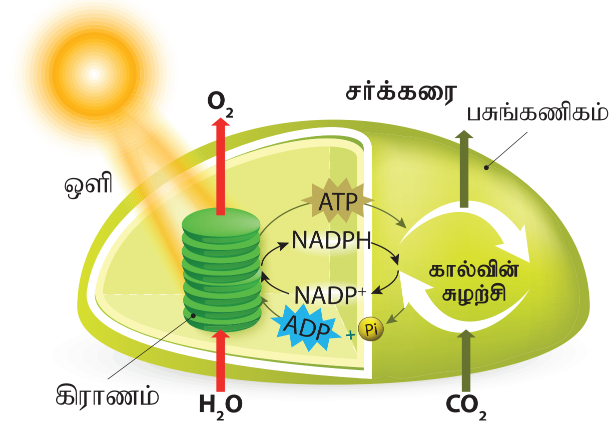
A என்பது ஹைட்ரஜன் ஏற்பியாகும். பொதுவாக ஆய்வகங்களில் பயன்படும் ஹைட்ரஜன் ஏற்பிகள் பெர்ரிக்சயனைடு, பென்சோகுயினோன் மற்றும் டைகுளோரோபீனால் இண்டோல் பீனால் (DCPIP) இவைகளில் ஒன்றாகும்.

13.8 ஒளிச்சேர்க்கையின் நவீன கோட்பாடு

ஒளிச்சேர்க்கை என்பது ஆக்ஸிஜனேற்ற மற்றும் ஒடுக்க வினைகளாகும். நீரானது ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்து ஆக்ஸிஜனை வெளியேற்றுகிறது மற்றும் கார்பன்டை ஆக்ஸைடானது ஒடுக்கமடைந்து கார்போ ஹைட்ரேட்களாகிறது.

LB3CFP

ஒளிச்சேர்க்கையின் முதல் கட்ட நிகழ்வில் ஒளியானது தேவைப்படுவதால் அதற்கு **ஒளிவினை** அல்லது **ஹில் வினை** என அழைக்கப்படுகிறது. இரண்டாம் கட்ட நிகழ்வில் ஒளி தேவைப்படுவதில்லை. ஆனால் ஒளி வினையில் உருவான ஆற்றலை பயன்படுத்தி கார்பன்டை ஆக்ஸைடு கார்போஹைட்ரேட்களாக



படம் 13.10 ஒளி மற்றும் இருவினை

ஒடுக்கம் அடைகிறது. இவ்வினை இருள்வினை என அழைக்கப்படுகிறது .(படம் 13.10).

1. ஒளிவினை: இது ஒரு ஒளிவேதி வினையாகும் அதேசமயம் இருள்வினை ஒரு வெப்பவேதி வினையாகும். சூரிய ஆற்றலானது குளோரோஃபில்கள் மூலம் பிடிக்கப்பட்டு வேதி ஆற்றலான (தன்மயமாதல் ஆற்றல்கள்) ATP மற்றும் $NADPH + H^+$ ஆக சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. இவற்றுள் $NADPH + H^+$ மட்டும் ஒடுக்கும் ஆற்றலாக செயல்படுகிறது. ஒளிவினையானது பசுங்கணிகங்களின் தைலகாய்டு சவ்வுகளில் நடைபெறுகிறது. இந்நிகழ்வின் போது நீர் மூலக்கூறானது ஒளியினால் பிளக்கப்பட்டு ஆக்ஸிஜன் வெளியேற்றப்படுகிறது.

ஒளி வினையாது இரண்டு நிலைகளில் விவரிக்கப்படுகிறது.

i. ஒளி ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை:

- ஒளியாற்றலானது ஈர்க்கப்படுதல்.
- துணை நிறமிகளிடம் இருந்து ஆற்றலானது வினை மையத்திற்கு கடத்தப்படுதல்.
- குளோரோஃபில் a நிறமி தூண்டப்படுதல்.

ii. ஒளிவேதி நிலை:

- ஒளியின் நீர்பிளப்பு மற்றும் ஆக்ஸிஜன் விடுவிப்பு.
- எலக்ட்ரான் கடத்தல் மற்றும் தன்மயமாதல் ஆற்றல்கள் (ATP, $NADPH + H^+$) உருவாக்கம்.

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 126 05-07-2018 12:35:05

2. இருள்வினை (உயிர்ம உற்பத்தி நிலை) இவ்வினையில் கார்பன்டை ஆக்ஸைடு நிலைநிறுத்தப்பட்டு மற்றும் ஒடுக்கம் அடைந்து கார்போ ஹைட்ரேட்டுகளாக மாற்றப்படுகிறது. இதற்கு ஒளி வினையின் போது உருவான தன்மயமாதல் ஆற்றல்களான ATP மற்றும் NADPH + H^+ பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வினைக்கு ஒளி அவசியமில்லை எனவே இதற்கு **இருள்வினை** என்றும், கண்டறிந்தவர்களின் பெயர்களால் **கால்வின்-பென்சன் சுழற்சி** என்றும் அழைக்கப்படுகிறது

13.9 ஒளி வினையின் ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை

நிறமி அமைப்புகளை தூண்டி எலக்ட்ரான்களை வெளியேற்றுவதில் போட்டான்களின் செயல் முக்கிய பங்குவகிக்கிறது. நிறமி மூலக்கூறுகள் போட்டானை உட்கவர்ந்தவுடன் கிளர்ச்சியுற்ற நிலையை அடைகிறது. ஒளியின் மூலாதாரம் நிறுத்தப்படும்போது உயர் ஆற்றல் எலக்ட்ரான்கள் தன்னுடைய பழைய தாழ்ஆற்றல் மட்டத்தை அடையும்போது, தூண்டப்பட்ட மூலக்கூறுகள் பழைய மாறாத நிலயை அடைகிறது. இந்நிலைக்கு **தளநிலை** (Ground state) என்று பெயர்.

மூலக்கூறுகள் எப்பொழுதெல்லாம் ஒளியை ஈர்க்கவும் அல்லது வெளியேற்றவும் செய்கிறதோ அப்பொழுது தன்னுடைய மின்ஆற்றல் நிலையை மாற்றுகிறது. சிவப்பு ஒளியை காட்டிலும் நீலஒளி ஈர்க்கப்படும் போது குளோரோஃபில் மூலக்கூறுகள் உயர் ஆற்றல் நிலையை அடைவதன் காரணம் குறைந்த அலைநீளம் அதிக ஆற்றல் போட்டான்களை பெற்றிருப்பதேயாகும். நிறமி மூலக்கூறுகள் கிளர்ச்சியடையும் போது உருவாகும் உயர் ஆற்றல் ஒளிபாஸ்பரிகரணத்திற்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒளியின் மூலம் வெளியேற்றப்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் பாஸ்பரிகரண நிகழ்விற்கு பயன்படுத்தபடுவதால் இதற்கு **ஒளி பாஸ்பரிகரணம் (Photophorylation)** என்று பெயர்.

13.9.1. உடன் மிளிர்தலும் தாமத மிளிர்தலும் (Flourescence and Phosphorescence)

ஓர் அணு அல்லது மூலக்கூறின் இயல்பான நிலைக்கு **தளநிலை** என்று பெயர். எப்பொழுது ஒளியின் ஃபோட்டான் பச்சைய மூலக்கூறுகளுடன் மோதுகிறதோ அப்பொழுது வெளி ஆற்ற மட்டத்திலுள்ள எலக்ட்ரான்கள் உயர் ஆற்றமட்ட நிலையை அடைந்து குளோரோஃபில் மூலக்கூறுகளைக் கிளர்வடைய செய்கிறது. இந்நிலைக்கு **கிளர்வடைந்த நிலை** என்று பெயர். மூன்று வகையான கிளர்வடைந்த நிலை காணப்படுவது. அவை முறையே.

1. முதல் சிங்லெட் நிலை (S1)

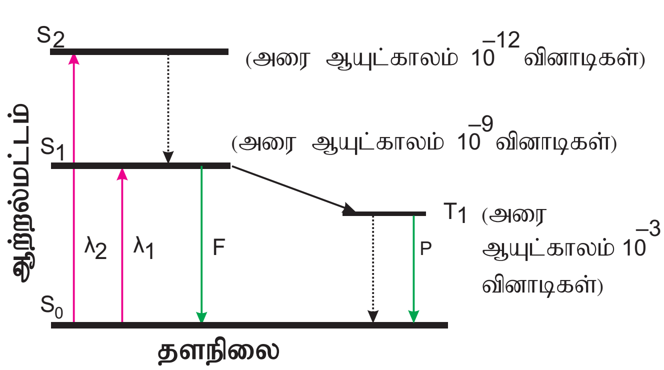
2. இரண்டாவது சிங்லெட் நிலை (S2)

3. முதல் டிரிப்லெட் நிலை (T1)

குளோரோஃபில் மூலக்கூறுகளை சிவப்பு ஒளியின் மூலம் கிளர்வுறச் செய்யும் போது ஒரு எலக்ட்ரானானது தளநிலையிலிருந்து (S0) முதல் சிங்லெட் நிலைக்கு (S1) மாறுகிறது இந்த நிரந்தரமற்ற நிலையில் இதன் அரை ஆயுட்காலம் 10–9 விநாடிகள் ஆகும். குளோராேபில் மூலக்கூறுகள் நீல ஒளியைக்கொண்டு கிளர்வுற செய்யும் போது ஒரு எலக்ட்ரானானது தளநிலையிருந்து (S0) இரண்டாவது சிங்லெட் நிலைக்கு (S2) மாறுகிறது. இதற்கு காரணம் சிவப்பு ஒளியை காட்டிலும் நீல ஒளியானது குறை அலை நீளமும், அதிக ஆற்றலும் பெற்றிருப்பதேயாகும். இந்த நிரந்தமற்ற நிலையில் அரை ஆயுட்காலம் 10^{-12} விநாடிகளை விட குறைவாக உள்ளது. S1 மற்றும் S2 இரண்டும் உறுதியற்ற நிலைகளாக உள்ளதால் விரைவாக பல்வேறு வகைகளில் ஆற்றலை வெளியேற்றி தளநிலையை (S0) அடைகிறது.

(i) உடன் மிளிர்தல் (Fluorescence):

எலக்ட்ரான்களானது முதல் சிங்லெட் நிலையிலிருந்து (S1) தளநிலைக்கு (S0) திரும்பும் போது ஆற்றலை கதிர்வீச்சு ஆற்றலாக சிவப்பு நிற பகுதியில் தோற்றுவிக்கிறது. இதற்கு **உடன் மிளிர்தல்** (Fluorescence) என்று பெயர். ஈர்க்கப்பட்ட கதிர்வீச்சு ஆற்றலானது விரைந்து ஒளியாக உமிழும் நிகழ்விற்கு **உடன் மிளிர்தல்** என்று பெயர் (படம் 13.11).



படம் 13.11 உடன் மிளிர்தல், (F) தாமத மிளிர்தல் (P)

உடன் மிளிர்தலின் எலக்ட்ரான் பாதை $S1 \rightarrow S0$

ii. தாமத மிளிர்தல் (Phosphorescence):

எலக்ட்ரான்கள் இரண்டாவது சிங்லெட் நிலையிலிருந்து அதிகப்படியான ஆற்றலை வெப்ப ஆற்றலாக இழந்து முதல் சிங்லெட் நிலையை அடைகிறது. பின்னர் முதல் சிங்லெட் நிலையிலிருந்து முதல் டிரிப்லெட் நிலையை ($T1$) அடைகிறது. இந்த உறுதியற்ற டிரிப்லெட் நிலையின் அரை ஆயுட்காலம் 10^{-3} விநாடிகளாக உள்ளது. டிரிப்லெட்($T1$) நிலையிலிருந்து தளநிலையை ($S0$) அடையும்போது சிவப்பு பகுதியில் ஒளியை உமிழ்கிறது. இதற்கு தாமத மிளிர்தல் என்று பெயர். ஈர்க்கப்பட்ட கதிர்வீச்சு ஆற்றலானது தாமதமாக ஒளியாக உமிழும் நிகழ்விற்கு **தாமத மிளிர்தல்** என்று பெயர்.

தாமத மிளிர்தலின் எலக்ட்ரான் பாதை

$$S2 \rightarrow S1 \rightarrow T1 \rightarrow S0$$

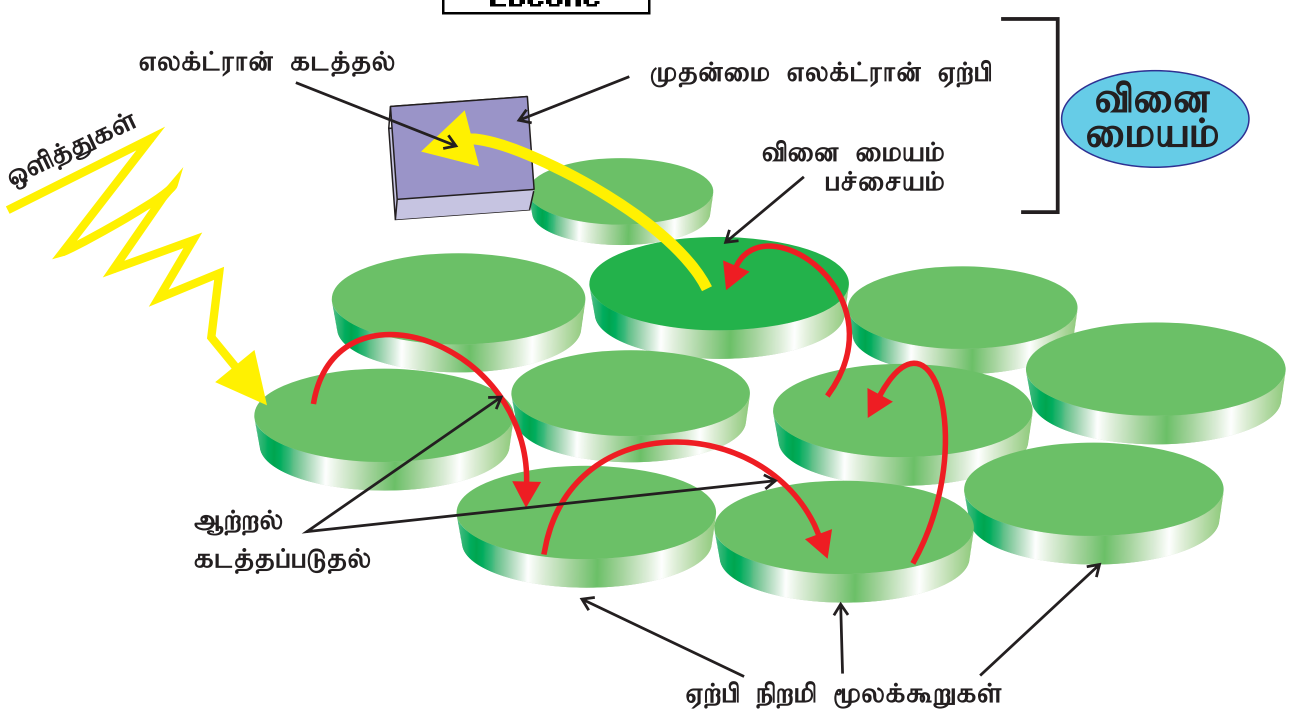
13.9.2. நிறமி அமைப்பு மற்றும் வினை மையம்:

- தைலகாய்டு உறையில் நிறமி அமைப்பு I (PSI) மற்றும் நிறமி அமைப்பு அமைப்பு II(PSII) ஆகியவை காணப்படுகின்றன.
- PS I ஆனது அடுக்கற்ற கிராணத்தின், ஸ்ட்ரோமவை நோக்கிய பகுதியில் காணப்படுகிறது.
- PS II ஆனது கிரானத்தின் அடுக்குற்ற தைலகாய்டு உறையில் அதன் உள்வெளியை நோக்கி காணப்படுகிறது.
- ஒவ்வொரு நிறமி அமைப்பும் மைய ஆதார கூட்டமைப்பையும் (CC), ஒளி அறுவடை செய்யும் கூட்டமைப்பையும் (LHC) மற்றும் ஆன்டெனா மூலக்கூறுகள் பெற்ற பகுதியையும் கொண்டுள்ளது. (படம் 13.12).
- ஒவ்வொரு மைய ஆதார கூட்டமைப்பும் அதற்கான வினை மையத்தையும் அதனுடன் கூடிய புரதங்கள், எலக்ட்ரான் வழங்கிகள் மற்றும் ஏற்பிகளை கொண்டுள்ளது. .
- PS I – CC I (வினை மையம் P700) மற்றும் LHC I ஆகியவற்றைப் பெற்றுள்ளது.
- PS II – CC II(வினை மையம் P680) மற்றும் LHC II ஆகியவற்றைப் பெற்றுள்ளது. (அட்டவணை-2)
- ஒளி அறுவடை கூட்டமைப்பு (LHC) முக்கிய பணி ஒளியை ஏற்று அதனை அதற்கான வினை மையத்திற்கு கடத்துவதேயாகும்.

LBC8HC

13.10 ஒளி வினையின் ஒளி வேதி நிலை

இந்த நிலையின் போது எலக்ட்ரான் ஏற்பி மூலக்கூறுகள் வழியாக செல்லும் எலக்ட்ரான்கள் தன்மயமாக்கும் ஆற்றல் கூறுகளான ATP மற்றும்



படம் 13.12 நிறமி அமைப்பு

அட்டவணை 13.2 நிறமி அமைப்பு I மற்றும் நிறமி அமைப்பு II வேறுபாடுகள்:

நிறமிஅமைப்பு I	நிறமி அமைப்பு II
1. இதன் வினை மையம் P700.	1. இதன் வினை மையம் P680.
2. சுழல் மற்றும் சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரண நிகழ்வில் பங்கேற்கிறது.	2. சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரண நிகழ்வில் மட்டும் பங்கேற்கிறது.
3. நீரின் ஒளிபிளத்தல், ஆக்ஸிஜன் விடுவித்தல் நடைபெறுவதில்லை.	3. நீரின் ஒளிபிளத்தல் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் விடுவித்தல் நடைபெறுகிறது.
4. சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணத்தின் போது எலக்ட்ரான்களை PS II வில் இருந்து பெறுகிறது.	4. நீரின் ஒளிபிளத்தல் மூலம் எலக்ட்ரான்களை பெறுகிறது.
5. அடுக்காக அமையாத தைலகாய்டு உறையின் மீது ஸ்ட்ரோமாவை நோக்கி அமைந்துள்ளது.	5. கிராணத்தின் அடுக்காக அமைந்த தைலகாய்டு உறையின் மீது தைலகாய்டு உள்வெளியை நோக்கி அமைந்துள்ளது.
6. குளோரோஃபில் மற்றும் கரோடினாய்டு விகிதம் 20 முதல் 30:1	6. குளோரோஃபில் கரோடினாய்டு விகிதம் 3 முதல் 7:1

NADPH + H^+ ஆகியவற்றை உற்பத்தி செய்கிறது. நீரைப்பிளப்பதினால் உருவாகும் எலக்ட்ரான்கள் நிறமி அமைப்பு II இல் இழந்த எலக்ட்ரான்களை ஈடு செய்கிறது.

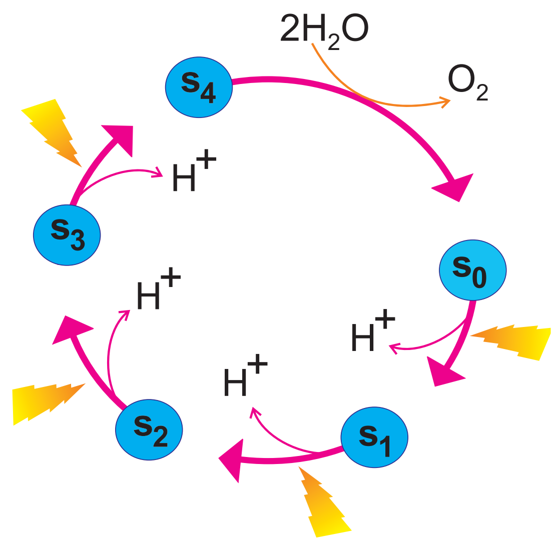
13.10.1. ஒளியின் நீராற்பகுப்பு (Photolysis of water)

ஒளியின் நீராற்பகுப்பு **ஆக்ஸிஜனை வெளியேற்றும் கூட்டமைப்புடன் (OEC– Oxygen Evolving Complex)** தொடர்புடையது. ஆக்ஸிஜனை வெளியேற்றும் கூட்டமைப்பு நிறமி அமைப்பு II இல் காணப்படுகிறது. இதற்கு வினை ஊக்கியாக Mn^{++} மற்றும் Cl^- ஆகியவை செயல்படுகின்றன.

நிறமி அமைப்பு II ஒளியைப் பெற்று செயல்படும்போது நீரானது பகுப்படைந்து OH^- மற்றும் H^+ அயனியாக பிரிகிறது.

இவ்வாறு தோன்றிய இரு OH^- அயனிகள் இணைந்து மீண்டும் நீர் மூலக்கூறு, O2 மற்றும் எலக்ட்ரான் ஆகியவற்றை உருவாக்குகிறது. ஒளியின் நீராற்பகுப்புக்கு காரணமாக இருப்பது ஒரு வலிமையான ஆக்ஸிஜனேற்றியாகும். ஆனால் அது இதுவரை கண்டறியப்படவில்லை. இது Z அல்லது Yz என குறிப்பிடப்படுகிறது. பெரும்பாலானவர்களால் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட நீரின் ஒளி ஆக்ஸிஜனேற்றத்தை விளக்கும் கோட்பாட்டினை **காக்** மற்றும் அவரது சகாக்கள் உருவாக்கினர். இதற்கு **நீர் ஆக்ஸிஜனேற்ற கடிகாரம்** (Water oxidizing clock) அல்லது **S நிலை இயந்திரநுட்பம்** என்று பெயர். இதில் வரிசையாக 5 நிலைகள் காணப்படுகின்றன. அவை S0, S1, S2, S3 மற்றும் S4 என பெயரிடப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு நிலையும் ஃபோட்டான்கள் (hv) மூலம் நேர் அயனியை (H^+) பெறுகிறது. S4 நிலையின் கடைசியில் 4 நேர் அயனி 4 எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் தோன்றுகின்றன. இரு நீர் மூலக்கூறுகள் மீண்டும் S0 நிலையை அடைகிறது. இவ்வாறு ஒளியின் நீராற்பகுப்பின் முடிவில் $4H^+$, 4e– மற்றும் O2 ஆகியவை நீரிலிருந்து கிடைக்கின்றன. (படம் 13.13).

$$4\,H_2O \longrightarrow 4\,H^+ + 4\,OH^-$$
$$4\,OH^- \longrightarrow 2\,H_2O + O_2 + 4\,e^-$$
$$2H_2O \longrightarrow 4\,H^+ + O_2 + 4\,e^-$$



படம் 13.13 ஆக்ஸிஜனை வெளியேற்றும் கூட்டமைப்பு (OEC)

13.10.2. பசுங்கணிகத்தின் எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலி (Electron transport chain of chloroplast):

ஒவ்வொரு நிறமி அமைப்பின் எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலியும் நான்கு கூட்டமைப்புகளைப் பெற்றுள்ளது.

1. மைய கூட்டமைப்பு (CC): நிறமிஅமைப்பு I-இன் மைய கூட்டமைப்பு I-இல் P700 வினை மையமாக செயல்படுகிறது. நிறமி அமைப்பு II-இன் மைய கூட்டமைப்பு II-இல் P680 வினை மையமாக செயல்படுகிறது.

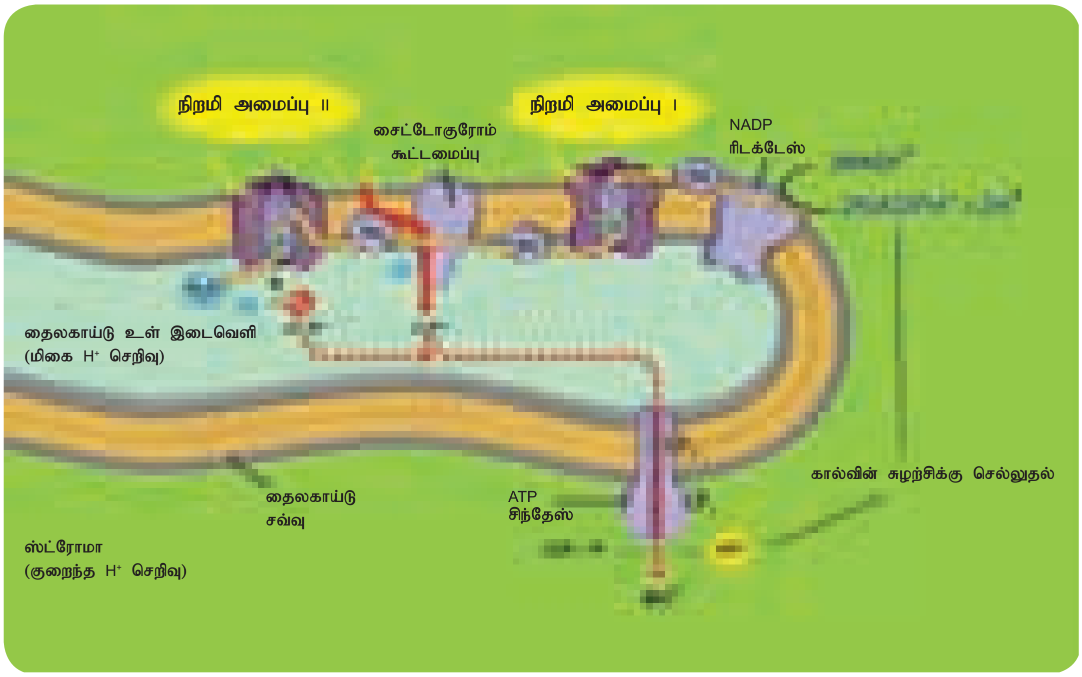
2. ஒளியை அறுவடை செய்யும் கூட்டமைப்பு அல்லது ஏற்பி கூட்டமைப்பு (LHC): நிறமி அமைப்பு I-இல் LHC I மற்றும் நிறமி அமைப்பு II-இல் LHC IIவும் காணப்படுகிறது.

3. சைட்டோகுரோம் b6f கூட்டமைப்பு: இது PS I மற்றும் PS II வை இணைக்கும் ஒரு நிறமியற்ற புரத கூட்டமைப்பாகும். பிளாஸ்டோ குயினோன்(PQ) மற்றும் பிளாஸ்டோசயனின் (PC) இரண்டும் இடைநிலை கூட்டமைப்பாக செயல்படுகின்றன. மேலும் இவை எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலியில் எலக்ட்ரானை இயக்கும் அல்லது வழங்கி திரும்பும் (Shuttle) அமைப்பாக செயல்படுகின்றன. PQ வானது PS II விற்கும் சைட்டோகுரோம் b6-F கூட்டமைப்பிற்கு வழங்கி திரும்பும் அமைப்பாகவும், PC ஆனது சைட்டோகுரோம் b6-F க்கும் PS I- க்கும் எலக்ட்ரானை வழங்கி திரும்பும் அமைப்பாகவும் செயல்படுகின்றன.

4. ATP யேஸ் கூட்டமைப்பு அல்லது இணைப்பு காரணி: இது தைலாகாய்டு உறையின் பரப்பின் மீது காணப்படுகிறது. இதில் CF1 மற்றும் CF0 என இரு காரணிகள் உள்ளன. எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலியின் ஆற்றலை பெற்று, ADP மற்றும் கனிம பாஸ்பேட்டை (pi) ATP ஆக மாற்ற இது உதவுகிறது. (படம் 13.14).

13.11 ஒளி பாஸ்பரிகரணம்

சுவாசித்தலின் போது நடைபெறும் பாஸ்பரிகரணம் ஆக்ஸிஜனேற்ற மடைந்து உருவாகும் எலக்ட்ரான்களைக் கொண்டு உருவாவதால் அதற்கு **ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பரிகரணம்** என்றும், தளப்பொருள் சிதையும் போது நேரடியாகத் தோன்றும் ஆற்றல் (ATP) யை கொண்டு நிகழும் பாஸ்பரிகரணம் **தளப்பொருள் நிலை பாஸ்பரிகரணம்** என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. இப்பாடத்தில் நாம் தெரிந்துகொள்ள இருக்கும் பாஸ்பரிகரணமானது ஒளிச்சேர்க்கை நிகழ்வில் ஒளியின் உதவியால் பசுங்கணிகத்தில் நடைபெறும் பாஸ்பரிகரண நிகழ்ச்சியாகும் எனவே இதற்கு ஒளிபாஸ்பரிகரணம் என்று பெயர். எலக்ட்ரான்களானது கடத்துப் பொருட்களின் மூலம் கடத்தப்படும்போது ATP மற்றும் NADPH + H^+ ஆகியவை உருவாகின்றன. பாஸ்பரிகரணம்



படம் 13.14 பசுங்கணிகத்தின் எலக்ட்ரான் கடத்தும் சங்கிலி

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 130 05-07-2018 12:35:06

(அ) பாஸ்பரஸ் சேர்க்கை என்பது அடினோசின் டைபாஸ்பேட்டுடன் (ADP) கனிமப் பாஸ்பேட்(Pi) இணைந்து ATP யை உருவாக்கும் வினையாகும். பாஸ்பேட்டை இணைக்க ஒளியின் மூலம் உருவான எலக்ட்ரான்கள் பயன்படுத்தப்படுவதால் இது இதற்கு **ஒளி பாஸ்பரிகரணம்** என அழைக்கப்படுகிறது.

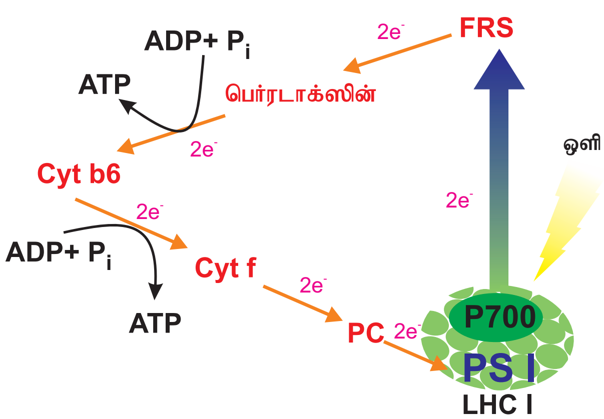
$$ADP + Pi \xrightarrow[e-]{\text{ஒளி}} ATP$$

இந்த நிகழ்வானது சுழல் மற்றும் சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணம் இரண்டிலும் நடைபெறுகிறது.

13.11.1. சுழல் ஒளி பாஸ்பரிகரணம்:

இந்நிகழ்வின்போது நிறமி அமைப்பு I-லிருந்து வெளியேற்றப்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் மீண்டும் நிறமி அமைப்பு I– ஐ வந்தடைகிறது. இச்சுழற்சியின் போது ATP-கள் மட்டுமே உருவாக்குகிறது. எனவே இதற்குச் **சுழல் ஒளி பாஸ்பரிகரணம்** என்று பெயர்.

ஈர்க்கப்பட்ட ஒளியின் போட்டான்கள் P700 வினை மையத்தைத் தூண்டும் போது நிறமி அமைப்பு I செயல்படத் துவங்குகிறது. எலக்ட்ரான்கள் கிளர்வுற்று உயர் ஆற்றல் மட்டத்தை அடைகிறது. முதன்மை எலக்ட்ரான் ஏற்பியான பெர்ரடாக்ஸின் ஒடுக்கும் காரணி (FRS) எலக்ட்ரானை ஏற்று அதனைப் பெர்ரடாக்ஸினுக்கு (Fd) கடத்துகிறது. பின்னர் பிளாஸ்டோகுயினோன் (PQ), சைட்டோகுரோம் b6-F கூட்டமைப்பு, பிளாஸ்டோசயனின் (PC) வழியாகக் கடைசியில் குளோரோஃபில் P700 (PS I)-க்கு மீண்டும் வந்து சேர்கிறது. இந்த எலக்ட்ரானின் பயணத்தின் போது அடினோசின் டை பாஸ்பேட் (ADP) ஒரு கனிமப் பாஸ்பேட்டுடன் (Pi) இணைந்து அடினோசின் டிரைபாஸ்பேட்டை (ATP) உருவாக்குகிறது. சுழல் ஒளி பாஸ்பரிகரணம் ATP யை மட்டுமே தோற்றுவிக்கிறது. இங்கு NADPH + H^+ உருவாவதில்லை. இச்சுழற்சியின் ஒவ்வொரு நிலையின்போது எலக்ட்ரான் தனது ஆற்றல் இயல்திறனை இழப்பதுடன், இவ்வாற்றலானது தைலகாய்டு சவ்வின் வழியே அயனிகள் (புரோட்டான்கள்) ஊடுகடத்தப்பட பயன்படுகிறது. சவ்வின் குறுக்கே இவ்வாறு ஏற்படும். H^+ புரோட்டான்களின் வலிமை வேறுபாடு ATP உற்பத்தியைத் தூண்டுகிறது. ATP உற்பத்தியானது தைலகாய்டு உறையின் மீது காணப்படும் ATP சிந்தேஸ் நொதியின் மூலம் நடைபெறுகிறது.



படம் 13.15 சுழல் ஒளி பாஸ்பரிகரணம்

நிறமி அமைப்பு I செயல்பட அதிக அலை நீளம் கொண்ட (>P700 nm) ஒளிக்கதிர்கள் தேவைப்படுகின்றன. PS I செயல்படக் குறைவான ஒளி தீவிரம், குறைவான CO_2 மற்றும் காற்றில்லாச் சூழல் ஆகியவை தேவைப்படுகின்றன. எனவே சுழல் ஒளி பாஸ்பரிகரணம் பரிணாமத்தில் முதலில் தோன்றியதாகக் கருதப்படுகிறது (படம் 13.15).

13.11.2. சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணம்

ஃபோட்டான்கள் நிறமிஅமைப்பு-II (P680)-யை தூண்டும் போது எலக்ட்ரான்கள் கிளர்ச்சியடைந்து உயர் ஆற்றல் மட்டத்திற்கு நகர்கிறது. உயர் ஆற்றல் மட்டத்தை அடைந்த எலக்ட்ரான்கள் பல்வேறு தொடர்ச்சியான எலக்ட்ரான் கடத்திகளான பியோபைட்டின், பிளாஸ்டோகுயினோன், சைட்டோகுரோம் கூட்டமைப்பு, பிளாஸ்டோசயனின் மூலமாகக் கடைசியில் PS- I (P700)-யை வந்தடைகிறது. PS II விலிருந்து PS I க்கு எலக்ட்ரான் கடத்தப்படும் நிகழ்வின் போது ATP உருவாகிறது (படம் 13.16). PS I (P700) (அ) நிறமி அமைப்பு I ஒளியினால் தூண்டப்படும்போது இந்த எலக்ட்ரான் உயர் ஆற்றல் மட்டத்துடன் வெளியேற்றப்படுகிறது. இதனை ஏற்கும். எலக்ட்ரான் ஏற்பியாக பெர்ரடாக்ஸின் குறைக்கும் காரணி (FRS) செயல்படுகிறது. பின்னர் எலக்ட்ரான்களின் கீழ் நோக்கிய இயக்கமானது பெர்ரிடாக்ஸின் மூலமாக நடைபெற்று இறுதியில் எலக்ட்ரான்கள் NADP+க்கு மாற்றப்பட்டு NADPH + H^+ ஆக ஒடுக்கமடைகிறது (நீரின் ஒளிப்பிளவின்போது உருவான ஹைட்ரஜன்கள் இதற்குப் பயன்படுகின்றன). நிறமி அமைப்பு II (PS II)-லிருந்து வெளியேற்றப்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் திரும்ப நிறமி அமைப்பு II-யை வந்தடைவதில்லை. இவை

$NADP^+$ யை NADPH + H^+ ஆக மாற்றப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த எலக்ட்ரான் கடத்தலின்போதும் ATP தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. எனவே இந்த வகை பாஸ்பரிகரணத்திற்கு **சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணம்** என்று பெயர். இச்செயலின்போது எலக்ட்ரான் செல்லும் பாதையானது Z அமைப்பில் இருப்பதால் இதற்கு **Z திட்டம்** என்று பெயர். ஒடுக்கத்திற்குத் தேவையான NADP+ இருக்கும்போதும், நீர் ஒளியால் பிளக்கப்படும் போதும், PS I மற்றும் PS II இரண்டும் முடுக்கிவிடப்படுகிறது. சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணத்தின் போது PS I மற்றும் PS II இரண்டும் கூட்டுறவாகச் செயல்பட்டு எலக்ட்ரான்களை நீரிலிருந்து NADP+ க்கு கடத்துகிறது. ஆக்ஸிஜனை வெளியேற்றும் சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணம் சேர்க்கை மூன்று நிலைகளில் நடைபெறுகிறது (படம் 13.16).

i.நீரிலிருந்து P680 க்கு எலக்ட்ரான் கடத்தல்:

ஒளியால் நீர் பிளவுறும்போது எலக்ட்ரான்கள், புரோட்டான்கள் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் ஆகியவை உருவாகின்றன. PS II (P680) வினால் இழக்கப்படும் எலக்ட்ரான்கள், நீரைப் பிளப்பதினால் உருவாகும் எலக்ட்ரான்களால் பதிலீடு செய்யப்படுகிறது.

ii. P680 – இல் இருந்து P700 க்கு எலக்ட்ரான் கடத்தல்:

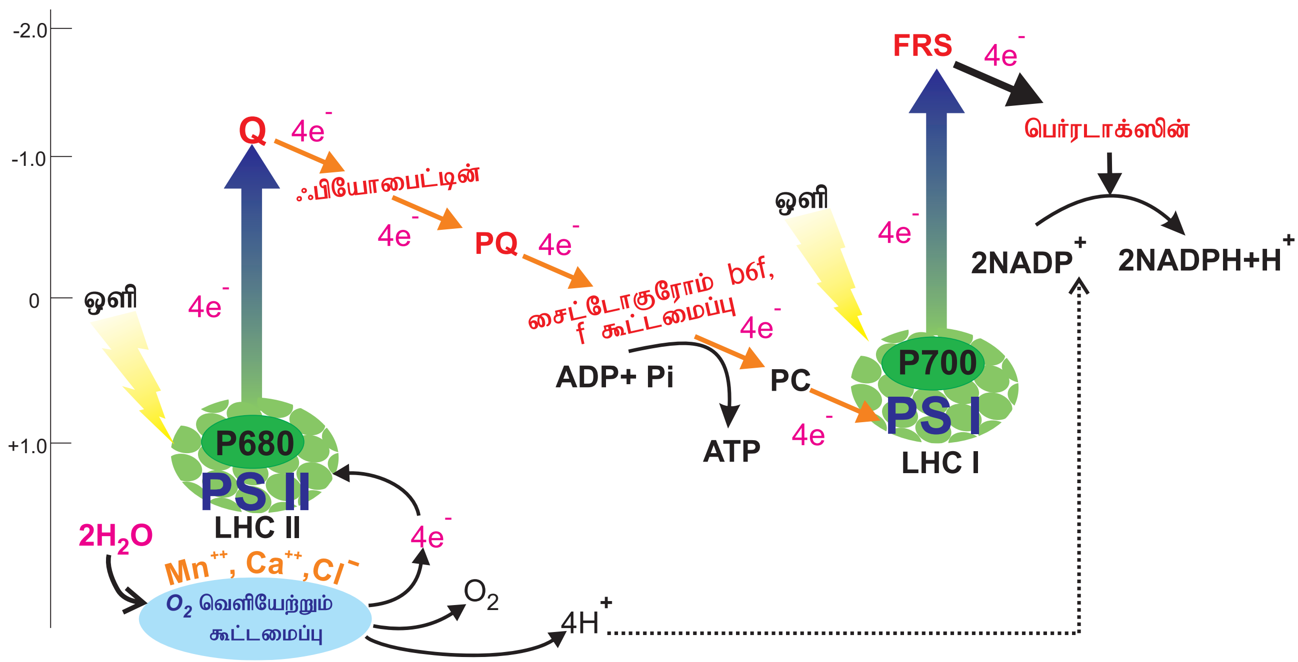
எலக்ட்ரான் கடத்தல் P680 யில் துவங்கிப் பல்வேறு எலக்ட்ரான் கடத்தி மூலக்கூறுகளான பியோஃபைட்டின், பிளாஸ்டோகுயினோன் (PQ) சைட்டோகுரோம் b6-F கூட்டமைப்பு, பிளாஸ்டோசயனின் (PC) வழியாக எலக்ட்ரான் கடைசியில் P700 (நிறமி அமைப்பு I) யை வந்தடைகிறது.

iii. P700 முதல் NADP வரையிலான எலக்ட்ரான் கடத்தல்:

PS I (P700) கிளர்ச்சியடையும் போது எலக்ட்ரான்கள் உயர் ஆற்றல் மட்டத்தை அடைகிறது. எலக்ட்ரான்களின் கீழ்நோக்கிய கடத்தலானது பெர்ரடாக்ஸின் வழியாகச் சென்று இறுதியில் NADP+ யை NADPH + H^+ ஆக ஒடுக்கம் அடையச் செய்கிறது.

13.11.3 ஒளிவினையின் உயிர் ஆற்றல் அளவீடுகள்:

- ஒரு எலக்ட்ரானை வெளியேற்ற நிறமிஅமைப்பிற்கு இரு குவாண்டம் ஒளி ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது.
- நீரிலிருந்து PS I க்கு எலக்ட்ரான்களை கடத்துவதற்கு ஒரு குவாண்டம் ஒளி ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது.
- இரண்டாவது குவாண்ட ஒளி ஆற்றலானது PS I லிருந்து NADP+ க்கு எலக்ட்ரான்களைக் கடத்தத் தேவைப்படுகிற்து.
- ஒரு NADPH + H^+ உற்பத்திக்கு இரண்டு எலக்ட்ரான்கள் தேவைப்படுகின்றன.



படம் 13.16 சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணம்

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 132 05-07-2018 12:35:06

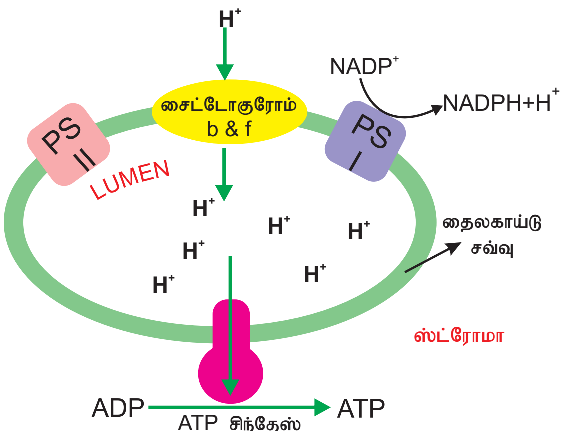
அட்டவணை 13.3 சுழல் ஒளி பாஸ்பரிகரணம் மற்றும் சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணம் வேறுபாடுகள்.

சுழல்ஒளி பாஸ்பரிகரணம்	சுழலா ஒளிபாஸ்பரிகரணம்
1. PS I மட்டும் பங்கேற்கிறது.	1. PSI மற்றும் PS II இரண்டும் பங்கேற்கின்றன
2. வினை மையமாக P700 செயல்படுகிறது.	2. வினை மையமாக P680 செயல்படுகிறது.
3. வெளியேற்றப்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் மீண்டும் திரும்புகிறது.	3. வெளியேற்றப்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் திரும்பவருவதில்லை.
4. நீரின் ஒளிபிளத்ததல் நடைபெறுவதில்லை	4. நீரின் ஒளிபிளத்தல் நடைபெறுகிறது.
5. ATP மட்டும் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.	5. ATP மற்றும் NADPH + H+ உற்பத்தியாகின்றன.
6. பாஸ்பரிகரணம் இரண்டு இடங்களில் நடைபெறுகிறது.	6. பாஸ்பரிகரணம் ஒரு இடத்தில் மட்டும் நடைபெறுகிறது.
7. வெளிபுறத்திலிருந்து எலக்ட்ரான்கள் பெறப்படுவதில்லை	7. வெளிப்புற எலக்ட்ரான் வழங்கியான H2O மற்றும் H2S லிருந்து எலக்ட்ரான்கள் பெறப்படுகிறது.
8. டைகுளோரோ டை மீதைல் யூரியாவினால் (DCMI) பாதிக்கப்படுவதில்லை	8. இது DCMI யால் எலக்ட்ரான் ஓட்டம் பாதிக்கப்படுகிறது.

- சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணத்தின்போது உருவாகும் இரண்டு NADPH + H^+ க்கு 4 எலக்ட்ரான்கள் அவசியமாகிறது.
- 4 எலக்ட்ரான்களை கடத்துவதற்கு 8 குவாண்டம் ஒளி ஆற்றல் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

13.12 வேதிசவ்வூடுபரவல் கோட்பாடு

P.மிட்செல்(1966)என்பவர்**வேதிசவ்வூடுபரவல்** கோட்பாட்டினை உருவாக்கினார். இக்கோட்பாட்டின்படி எலக்ட்ரான்களானது சவ்வின் வழியாக நிறமிஅமைப்பு II (PSII) இதிலிருந்து நிறமிஅமைப்பு I (PS I) விற்கு கடத்தப்படுகிறது. இதில் சைட்டோகுரோம் b6-F கூட்டமைப்பானது இரு நிறமி அமைப்பையும் இணைக்கும் புரத அமைப்பாகச் செயல்படுகிறது. தைலகாய்டு சவ்வின் இருபுறமும் நிலவும் புரோட்டான்களின் மின் வேதியாற்றல் வேறுபாடு மின்னோட்டத்திற்குக் காரணமாகிறது. நீர்பிளத்தல் நிகழ்வானது சவ்வின் உட்புறம் நடைபெறுகிறது. புரோட்டான்கள் (H^+) அயனிகள் தைலகாய்டுகளின் உள் இடைவெளிகளில் திரள்கிறது (H^+ அதிகரிப்பு 1000 முதல் 2000 மடங்காகிறது). இதன் விளைவாகப் புரோட்டான் செறிவு தைலகாய்டு உள் இடைவெளியில் அதிகரிக்கிறது. இந்த புரோட்டான்கள் தைலகாய்டு சவ்வைக் கடந்து செல்கின்றன. ஏனெனில் எலக்ட்ரான்களின் முதன்மை ஏற்பிகள் தைலகாய்டு சவ்விற்கு வெளியே ஸ்ட்ரோமாவில் காணப்படுகின்றன. ஸ்ட்ரோமாவில் புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை குறைவு வெளிநோக்கிய புரோட்டான் சரிவிற்குக் காரணமாகிறது. இப்புரோட்டான் சரிவானது தைலகாய்டு சவ்வைக் கடந்து ஸ்ட்ரோமாவை நோக்கிய புரோட்டான்களின் இடப்பெயர்வினால் தடைபடுகிறது. ஸ்ட்ரோமாவை நோக்கிய புரோட்டான்களின் இயக்கம், ATP சிந்தேஸ் நொதியின் CF_0 பகுதியின் வழியாக நடைபெறுகிறது. தைலகாய்டு உள் இடைவெளியில் தோன்றும் புரோட்டான் இயக்கவிசை (அல்லது) தைலகாய்டு சவ்விற்கு உள்ளும் வெளியேயும் ஏற்படும். H^+ அயனிகளின் வேதி சரிவு ATP உற்பத்தியைத் தூண்டுகிறது (படம் 13.17).



படம் 13.17 வேதிசவ்வூடு பரவல் கோட்பாடு

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 133 05-07-2018 12:35:06

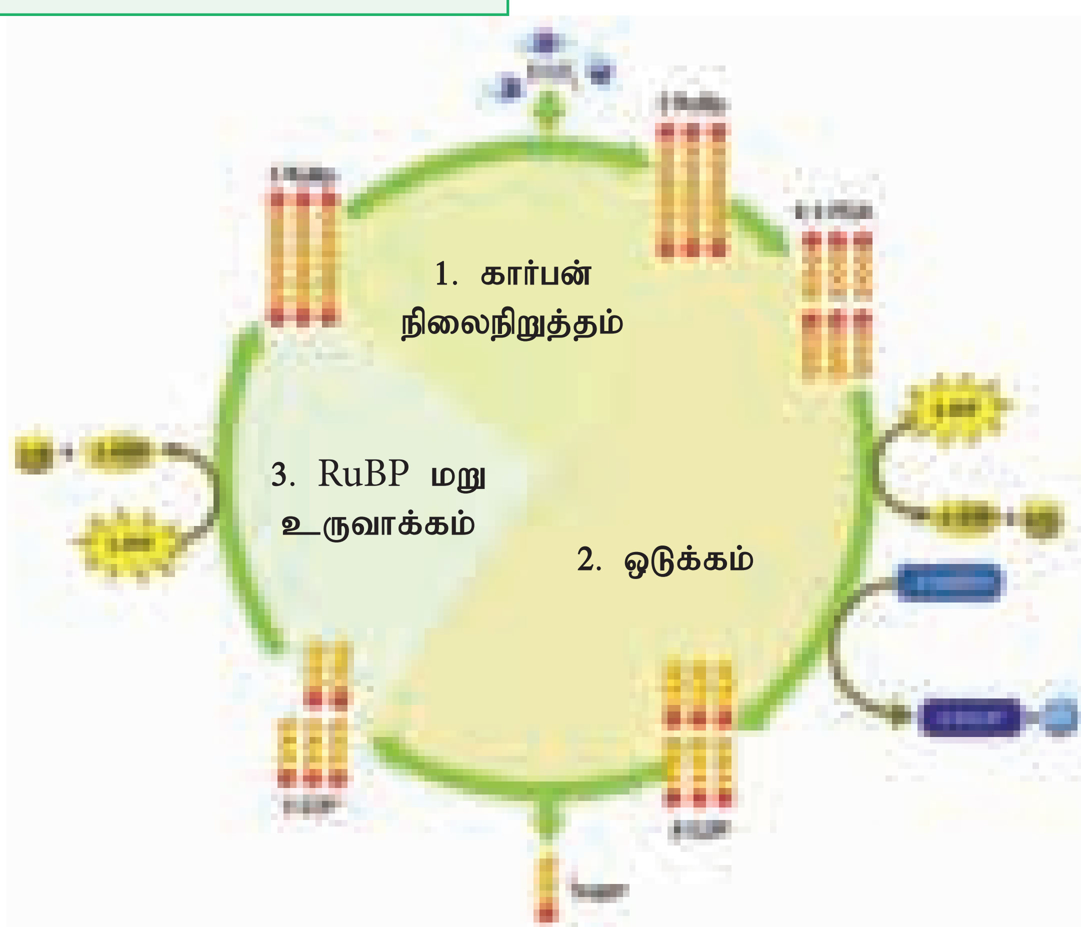
ஒரு ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறு தோற்றத்திற்கு (4 எலக்ட்ரான்) 8 குவாண்டம் ஒளி தேவைப்படுகிறது. C_3 தாவரங்கள் 3 ATPகள் மற்றும் 2 NADPH + H^+ பயன்படுத்தி ஒரு ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறினைத் தோற்றுவிக்கிறது. 6 ஆக்ஸிஜன் தோற்றத்திற்கு 18 ATP கள் 12 NADPH + H^+ பயன்படுத்தபடுகிறது. C_4 தாவரங்கள் ஒரு ஆக்ஸிஜன் தோற்றத்திற்கு 5 ATP கள் மற்றும் 2 NADPH + H^+ பயன்படுத்தகிறது. 6 ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறு தோற்றத்திற்கு 30ATP கள் மற்றும் 12 NADPH + H^+ பயன்படுகிறது.

நீங்கள் கற்றதை சோதித்தறிக.

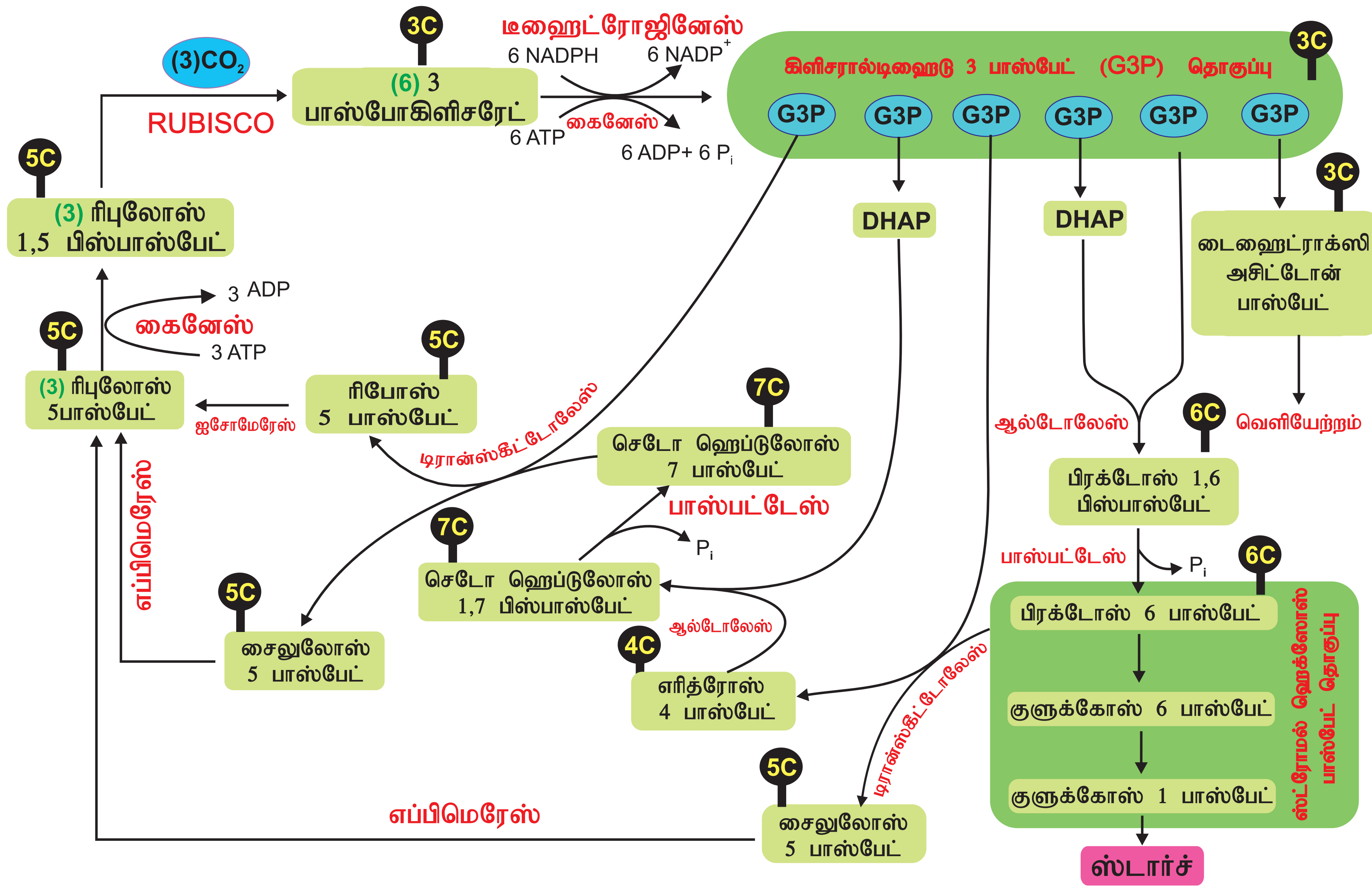
- சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணத்தின்போது உருவாகும் பொருட்களைக் குறிப்பிடுக.
- ஏன் நிறமி அமைப்பு II எலக்ட்ரான்களை நீரிலிருந்து பெறுகிறது?
- நிறமி அமைப்பு I (PS I) மற்றும் நிறமி அமைப்பு II(PSII) இவை இரண்டிற்கிடையே உள்ள எலக்ட்ரான் பாதை வேறுபாடுகளைக் கண்டறிய முடியுமா?

13.13 இருள் வினை அல்லது C3 சுழற்சி அல்லது உயிர்ம உற்பத்தி நிலை அல்லது ஒளிச்சேர்க்கையின் கார்பன் ஒடுக்கச் சுழற்சி (PCR)

ஒளிச்சேர்க்கையின் உயிர்ம உற்பத்திநிலை என்பது ஒளி வினையின் போது உருவான தன்மயமாக்கும் ஆற்றல்களை (ATP மற்றும் NADPH + H^+) பயன்படுத்து கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை கார்போ ஹைட்ரேட்களாக நிலைப்படுத்தும் வினையாகும். இவ்வினைக்கு ஒளி அவசியம் இல்லை. எனவே இது **இருள் வினை** என அழைக்கப்படுகிறது. ரிபுலோஸ் 1, 5 பிஸ்பாஸ்பேட் (RUBP) கார்பன்-டை-ஆக்ஸைட் ஏற்பியாக செயல்பட்டு RUBISCO நொதியின் மூலம் CO_2 நிலைநிறுத்தப்படுகிறது. இவ்வினையின் முதல் விளைபொருளாக 3 கார்பன் கூட்டுபொருள் (பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலம்) உருவாவதால் இதற்கு C3 சுழற்சி என்று பெயர். இவ்வினையானது பசுங்கணிகத்தின் ஸ்ட்ரோமா பகுதியில் நடைபெறுகிறது. **M.மெல்வின் கால்வின், A. A. பென்சன்** மற்றும் அவர்களின் சகாக்கள் மூலம் 1957-ஆண்டு இந்தக் கார்பன் நிலைநிறுத்தும்



படம் 13.18 கால்வின் சுழற்சி நிலைகள்



படம் 13.19 கால்வின் சுழற்சி

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 135
05-07-2018 12:35:08

நீங்கள் கற்றதை சோதித்தறிக.

ஒரு முழுமையான ஒளிவினையின் போது 6 ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறுகள் வெளியேற்ற எவ்வளவு குவாண்டா ஒளி ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது?

விடை: முழுமையான ஒளிவினையின்போது 6 ஆக்சிஜன் மூலக்கூறுகள் வெளியேற்றப்படுகிறது. ஒரு ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறு தோற்றத்திற்கு 8 குவாண்டா தேவைப்படும் எனில் 6 ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறுகளுக்கு 6 × 8 = 48 குவாண்டா ஒளி முழுமையான வினைக்குத் தேவைப்படுகிறது.

வழிதடமானது கண்டறியப்பட்டது. **மெல்வின் கால்வினுக்கு** இதற்காக நோபல் பரிசு 1961–ஆம் ஆண்டு வழங்கப்பட்டது. மேலும் எனவே இந்தக் கார்பன் வழித்தடமானது கண்டறிந்தவர்களின் பெயரால் **கால்வின்–பென்சன் சுழற்சி** என அழைக்கப்படுகிறது. இருள்வினையாது வெப்பத்தினால் கட்டுப்படக்கூடியது. எனவே இது **வெப்ப வேதியியல் வினை** என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இருள் வினை மூன்று நிலைகளைக் கொண்டது (படம் 13.18).

1. கார்பன் நிலைநிறுத்தம் (Carboxylation / fixation)
2. கார்பன் ஒடுக்க வினை (Reduction / Glcolytic Reversal)
3. மறுஉருவாக்கம் (Regeneration)

நிலை 1: கார்பன் நிலைநிறுத்தம்

ஏற்பி மூலக்கூறான ரிப்லோஸ்1, 5 பிஸ் பாஸ்பேட் (RUBP) ஒரு கார்பன் கூட்டுப்பொருள். இது RUBP கார்பாக்ஸிலேஸ் ஆக்ஸிஜினேஸ் (RUBISCO) நொதியின் உதவியால் ஒரு கார்பன்–டை–ஆக்ஸைட் மூலக்கூறுடன் இணைந்து இரு மூலக்கூறு 3 – கார்பன் கூட்டுப் பொருளான பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலத்தை (PGA) உற்பத்தி செய்கிறது. (படம் 13.19)

$$RUBP + CO_2 \xrightarrow{\text{Rubisco}} 2 \text{ மூலக்கூறு } PGA$$

நிலை 2: கார்பன் ஒடுக்கவினை

பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலத்துடன் பாஸ்பரஸ் சேர்க்கை ATP–யின் மூலம் நடைபெறுகிறது. இதனால் 1,3 பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலம் உருவாகிறது. இவ்வினைக்கு PGA கைனேஸ் நொதி உதவுகிறது.

1, 3 பிஸ்பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலமானது ஒடுக்கும் ஆற்றல் கூறான NADPH+H⁺–ஐ பயன்படுத்தி ஒடுக்கம் அடைந்து கிளிசரால்டிஹைடு 3– பாஸ்பேட்டானது (G–3–P) உருவாகிறது. கிளிசரால்டிஹைடு 3 பாஸ்பேட் அதன்மாற்றியங்களில்ஒன்றான டைஹைட்ராக்ஸி அசிட்டோன் பாஸ்பேட்டாக மாறுகிறது (DHAP).

PGA —(PGA கைனேஸ்; ATP → ADP)→ 1,3 பிஸ்பாஸ்போரகிளிசரிக் அமிலம்

1,3 பிஸ்பாஸ்போரகிளிசரிக் அமிலம் —(NADPH + H⁺ → NADP⁺)→ கிளிசரால்டிஹைட்–3–பாஸ்பேட்

நிலை 3: – மறுஉருவாக்கம்

RUBP மறுஉருவாக்க நிகழ்வின் போது பல்வேறு இடைநிலை பொருட்களான 6 கார்பன், 5 கார்பன், 4 கார்பன் மற்றும் 7 கார்பன் பொருட்கள் உற்பத்தியாகின்றன. C3 சுழற்சியில் ஒரு கார்பன்டைஆக்ஸைடை நிலைநிறுத்த 3ATP, 2 NADPH+H⁺ தேவைப்படுகின்றன. எனவே 6 CO2 நிலைநிறுத்தத்திற்கு 18 ATP மற்றும் 12 NADPH + H⁺ தேவைப்படுகின்றன.

RU5P —(ATP → ADP)→ RUBP

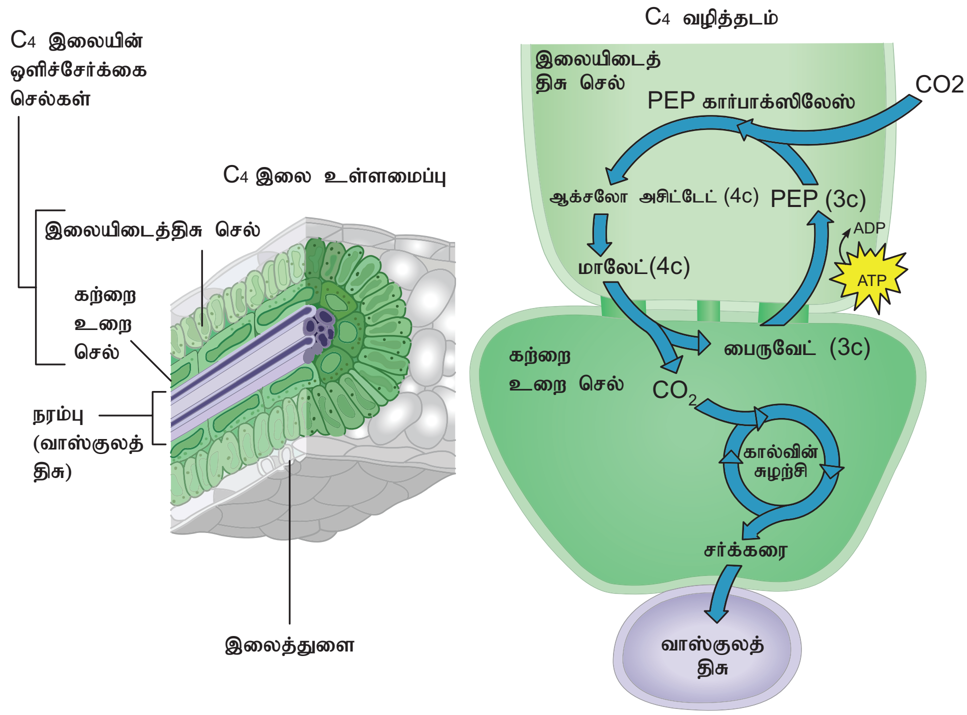
இருள்வினையின் ஒட்டுமொத்த வினை

$$6CO_2 + 18\ ATP + 12\ NADPH+H^+ \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 18ADP + 18Pi + 12\ NADP^+$$

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

RUBISCO – RUBP கார்பாக்சிலேஸ் ஆக்ஸிஜினேஸ் நொதியானது இவ்வுலகில் அதிகமாக காணப்படும் புரதமாகும். பசுங்கணிக புரதங்களில் இது 16 சதவிதமாக உள்ளது. CO2 உள்ளபோது கார்பாக்சிலேஸாகவும், CO2 இல்லாதபோது ஆக்ஸிஜினேஸாகவும் செயல்படுகிறது.

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 136 05-07-2018 12:35:08



படம் 13.20 C_4 சுழற்சி

13.14 ஹாட்ச் மற்றும் ஸ்லாக் வழித்தடம் அல்லது C4 சுழற்சி அல்லது டைகார்பாக்சிலிக் அமில வழித்தடம் அல்லது டைகார்பாக்சிலேஷன் வழித்தடம்

1965 வரை கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை நிலைநிறுத்தக் கால்வின் சுழற்சி மட்டுமே உதவுகிறது எனக் கருதப்பட்டது. ஆனால் 1965 **கோர்ட்சாக், ஹார்ட்** *மற்றும்* **பர் (Kortschak, Hart and Burr)** *ஆகியோரின் முயற்சியால் கரும்பில் நடைபெறும் C4 அல்லது டைகார்பாக்சிலிக் அமில வழித்தடம் கண்டயறியப்பட்டது.*

ஐசோடோப் கார்பனைப் (^{14}C) பயன்படுத்தி ஒளிச்சேர்க்கை சோதனை செய்தபோது (மாலேட், அஸ்பார்டேட் ஆகியவை ^{14}C குறியீடு செய்யப்பட்ட விளைபொருட்களாக இருந்தன. இந்தக் கண்டுபிடிப்பானது **ஹாட்ச், ஸ்லாக்** *ஆகியோரால் 1967-இல் உறுதி செய்யப்பட்டது. இந்த மாற்று வழிதடமானது பல்வேறு வெப்பமண்டல மற்றும் துணை வெப்ப மண்டலப் புற்கள் மற்றும் சில இருவிதையிலை தாவரங்களின் C02 நிலைநிறுத்தத்தில் கண்டறியப்பட்டது. C4 சுழற்சியானது 1000-க்கும் மேற்பட்ட சிற்றினங்களில் இதுவரை கண்டறியப்பட்டுள்ளது. அவற்றில் 300 சிற்றினங்கள் இருவிதையிலை தாவரங்களாகவும் மற்றவை ஒருவிதையிலை தாவரங்களாகவும் உள்ளது. இவ்வுலகின் உயிர்திரளில் 5% C4 தாவரங்ளாகளாக உள்ளன. இதில் 1% தெரிந்த தாவரங்களாக உள்ளன. இவ்வாறு குறைந்த அளவே இவை இருந்தாலும் நிலத்தில் நடைபெறும் கார்பன் நிலைநிறுத்தத்தில் 30% பங்கு வகிக்கின்றன. C4 தாவரங்களின் அளவு அதிகரிப்பு, C02 வின் உயிர்சமநிலைக்கு உதவியாகவும், பருவகால மாற்றத்தைத் தடுக்க உதவும் வழிமுறையாகவும் உள்ளது.*

C4 சுழற்சி இருநிலைகளில் நிறைவடைகிறது. முதல்நிலை இலை இடைத்திசு செல்களின் ஸ்ட்ரோமாவில் நடைபெறுகிறது. இங்கு C02 ஏற்பியாக 3 கார்பன் பொருளான பாஸ்போஈனால் பைருவேட் உள்ளது. இது C02 வுடன் இணைந்து 4 கார்பன் பொருளான ஆக்சலோ அசிட்டிக் அமிலம் (OAA) உருவாகிறது. முதலில் உருவாகும் பொருள் ஒரு 4 கார்பன் என்பதால் இச்சுழற்சி C4 சுழற்சி எனப் பெயரிடப்பட்டது.

ஆக்சிலோ அசிட்டிக் அமிலமானது ஒரு டைகார்பாக்சிலிக் அமிலம் ஆகும் எனவே இச்சுழற்சி ***டைகார்பாக்சிலிக் அமிலசுழற்சி*** *எனவும் அழைக்கப்படுகிறது (படம் 13.20).*

கார்பன்-டைஆக்ஸைட் நிலைநிறுத்தும் இரு இடங்களில் நடைபெறுகிறது. அவை முறையை இலையிடைத் திசு மற்றும் கற்றை உறை செல்கள் **(டைகார்பாக்சிலேஷன் வழித்தடம்)**

ஒரு வறண்ட சூழ்நிலையில் வாழும் வெப்ப மண்டலத் மற்றும் மித வெப்ப மண்டல தாவரங்களின் தகவமைப்பாக இது உள்ளது.

C4 தாவரங்களில் ஒளிச்சுவாசம் நிகழாததால் குறைவான இழப்புடன் *CO2* நிலைப்படுதல் நடைபெறுவதன் காரணமாகத் தாவரங்கள் ஒரு கார்பன்டைஆக்சைடை நிலைநிறுத்தம் செய்ய *5 ATP* மற்றும் *2NADPH+H*⁺ தேவைப்படுகிறது.

13.14.1 நிலை 1: இலையிடைத் திசுக்கள்

இலைஇடைத்திசுசெல்களின்ஸ்ட்ரோமாவில் *CO2*, *PEP* – யால் நிலைப்படுத்தப்பட்டு ஆக்சலோஅசிட்டிக் அமிலம் உருவாகிறது.

$$\text{பாஸ்போஈனால் பைருவேட்} + CO_2 \xrightarrow[\text{PEP கார்பாக்சிலேஸ்}]{} \text{ஆக்சலோஅசிட்டிக் அமிலம் (OAA)}$$

(PEP) (3C) → (OAA) (4C)

இவ்வாறு தோன்றிய ஆக்சலோ அசிட்டிக் அமிலம் (*OAA*), மாலிக் அமிலம் அல்லது ஆஸ்பார்டிக் அமிலமாக மாற்றமடைகிறது இவற்றுள் மாலிக் அமிலம் பின்னர் பிளாஸ்மோடெஸ்மேட்டா வழியாகக் கற்றை உறை செல்களுக்குக் கடத்தப்படுகிறது.

13.14.2 நிலை II கற்றை உறைசெல்கள்

மாலிக் அமிலமானது கார்பன் நீக்க வினையின்மூலம் *3* கார்பன் பொருளான

மாணவர் செயல்பாடு

- நெல் (C_3) மற்றும் கரும்பு (C_4) இலைகளைச் சேகரிக்கவும்.
- இலையின் குறுக்கு வெட்டு தோற்றங்களை எடுக்கவும்.
- வெட்டுதுண்டுகளை நுண்ணோக்கியின் துணையுடன் உற்றுநோக்கவும்.
- உள்ளமைப்பு வேறுபாடுகளைக் காணவும்
- (இருபடிவ பசுங்கணிகம் மற்றும் கிரான்ஸ் உள்ளமைப்பு)

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

கிரான்ஸ் உள்ளமைப்பு (*Kranz Anatomy*): *Kranz* எனும் ஜெர்மன் சொல்லிற்கு ஒளிவட்டம்அல்லது வளையம் என்று பொருள். *C4* தாவரங்களில் வாஸ்குலார் கற்றையைச் சூழ்ந்து ஒரு அடுக்கிலான கற்றை உறை காணப்படுகிறது. கற்றை உறையைச் சூழ்ந்து வளையம்போன்ற இலையிடைத் திசு செல்கள் அமைந்துள்ளது. இருவகை வடிவுடைய பசுங்கணிகங்கள் காணப்படுவது *C4* தாவரங்களின் சிறப்பு அம்சமாகும்.

கற்றை உறை செல்களின் பசுங்கணிககள் : இவை பெரிய அளவிலான பசுங்கணிகங்கள். தைலகாய்டுகள் கிரானம் என்ற அமைப்பில் காணப்படுவதில்லை அத்துடன் ஸ்டார்ச் அதிகம் பெற்ற செல்கள்.

இலையிடத் திசு செல்களின் பசுங்கணிகங்கள் : இவை சிறிய அளவிலான பசுங்கணிகங்கள். தைலகாய்டுகள் கிராணம் என்ற அமைப்பில் காணப்படுகிறது மற்றும் ஸ்டார்ச் அற்ற செல்கள்.

பைருவிக் அமிலம் மற்றும் CO_2 வை உருவாக்குகிறது. இதில் வெளியேற்றப்பட்ட CO_2 வானது *RUBP* வுடன் இணைந்து கால்வின் சுழற்சியைத் தொடர்கிறது. இது இரண்டாம்நிலை CO_2 நிலைநிறுத்தமாகும். இதன் முடிவில் உருவாக்கப்படும் கார்போஹைட்ரேட்டானது ஃபுளோயத்திற்கு கடத்தப்படுகிறது.

பைருவிக் அமிலம் இலையிடத் திசு விற்கு கடத்தப்படுகிறது

$$\underset{(5C)}{RUBP} + CO_2 \xrightarrow{\text{Rubisco}} \underset{(3C)}{2\ PGA}$$

13.14.3 C4 சுழற்சியின் முக்கியத்துவம்:

1. கார்பன்டை ஆக்ஸைடு செறிவு குறைந்த வெப்பமண்டலத் துணைவெப்ப மண்டலச் சுழிலில் வாழும்திறன் பெற்றிருத்தல்.
2. வறண்ட சுழலில் வாழும் தகவமைப்பைப் பெற்றவை.

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 138 05-07-2018 12:35:08

அட்டவணை 13.4 – C3 மற்றும் C4 தாவரங்கள் வேறுபாடுகள்	
C3 தாவரங்கள்	**C4 தாவரங்கள்**
CO_2 நிலைநிறுத்தம் இலையிடைத் திசுக்களில் மட்டும் நடைபெறுகிறது	CO_2 நிலைநிறுத்தம் கற்றை உறை மற்றும் இலையிடைத்திசு ஆகியவைகளில் நடைபெறுகிறது
CO_2-வை நிலைநிறுத்தும் பொருள் RUBP மட்டும்	PEP இலையிடைத் திசுவிலும் கற்றை உறையில் RUBP-யும் நிலைநிறுத்தம் பொருள்களாக உள்ளன.
தோன்றும் முதல் விளைபொருள் 3C - PGA	தோன்றும் முதல் விளை பொருள் 4C – OAA
கிரான்ஸ் உள்ளமைப்பு காணப்படுவதில்லை	கிரான்ஸ் உள்ளமைப்பு காணப்படுகிறது
இலையிடைத் திசு செல்களின் பசுங்கணிகங்கள் கிரானம் பெற்றவை	கிரானம் இலையிடைத் திசு செல்களின் பசுங்கணிகங்களில் காணப்படுகிறது. கற்றை உறை செல்களின் பசுங்கணிகங்களில் கிரானம் காணப்படுவதில்லை
திசு ஒரே வகை வடிவுடைய பசுங்கணிகங்கள்	இரு வகை வடிவுடைய பசுங்கணிகங்கள்
உகந்த வெப்பநிலை 20° முதல் 25° C	உகந்த வெப்பநிலை 30° முதல் 45° C
CO_2 நிலைநிறுத்தம் 50 ppm செறிவில் நடைபெறுகிறது.	CO_2 நிலைநிறுத்தம் 10 ppm செறிவிற்குக்குறைவான செறிவில் நடைபெறுகிறது.
அதிக ஒளிச்சுவாசத்தினால் குறைவான செயல்திறன் பெற்றது	குறைவான ஒளிச் சுவாசத்தினால் அதிகச் செயல்திறன் பெற்றது
RUBP கார்பாக்சிலேஸ் நொதி CO_2 நிலைநிறுத்ததிற்கு உதவுகிறது	PEP கார்பாக்சிலேஸ் மற்றும் RUBP கார்பாக்சிலேஸ் நொதிகள் CO_2 நிலைநிறுத்தத்திற்கு உதவுநின்றன.
ஒரு குளுக்கோஸ் உருவாக்கத்திற்கு 18 ATP-கள் பயன்படுத்தப்படுகிறது	ஒரு குளுக்கோஸ் ஆக்கத்திற்கு 30 ATP-கள் பயன்படுத்தப்படுகிறது.
குறைவான CO_2 செறிவில் செயல்திறன் மிக்கது	மிகையான CO_2 செறிவில் செயல்திறன் மிக்கது
எடுத்துக்காட்டு: நெல், கோதுமை, உருளை	எடுத்துக்காட்டு: கரும்பு, சோளம், மக்காசோளம், அமராந்தஸ்

நீங்கள் கற்றதை சோதித்தறிக.

C4 தாவரங்களுக்கு ஒரு குளுக்கோஸ் உற்பத்தி செய்வதற்குத் 30 ATP, 12 NADPH+H+ தேவைப்படுகிறது. ஆனால் C3 தாவரங்களுக்கு 18 ATP மற்றும் 12 NADPH + H+ மட்டுமே தேவைப்படுகின்றது. அவ்வாறெனில் எவ்வாறு நாம் C4 தாவரங்கள் சிறந்தவை எனக் கூறமுடியும்?

விளக்கம்: C4 தாவரங்கள் C3 தாவரங்களைவிடச் சிறந்ததாகக் கருதப்படுகிறது. ஏனெனில் C3 தாவரங்கள் C4 தாவரங்களைவிட அதிக அளவு ஆற்றலை ஒளிசுவாசத்தின்போது இழக்கிறது.

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 139 05-07-2018 12:35:08

3. PEP கார்பாக்ஸிலேஸ் ஆக்ஸிஜனுடன் செயலற்ற தன்மை உடையது. எனவே C4 சுழற்சியில் ஆக்ஸிஜனால் எந்தத் தடை விளைவும் ஏற்படுத்துவதில்லை.

4. C4 தாவரங்களில் ஒளிச்சுவாசம் இல்லாத காரணத்தினால் CO2 ஈடுசெய்யும் புள்ளி C3 தாவரங்களை விடக் குறைவாக உள்ளது.

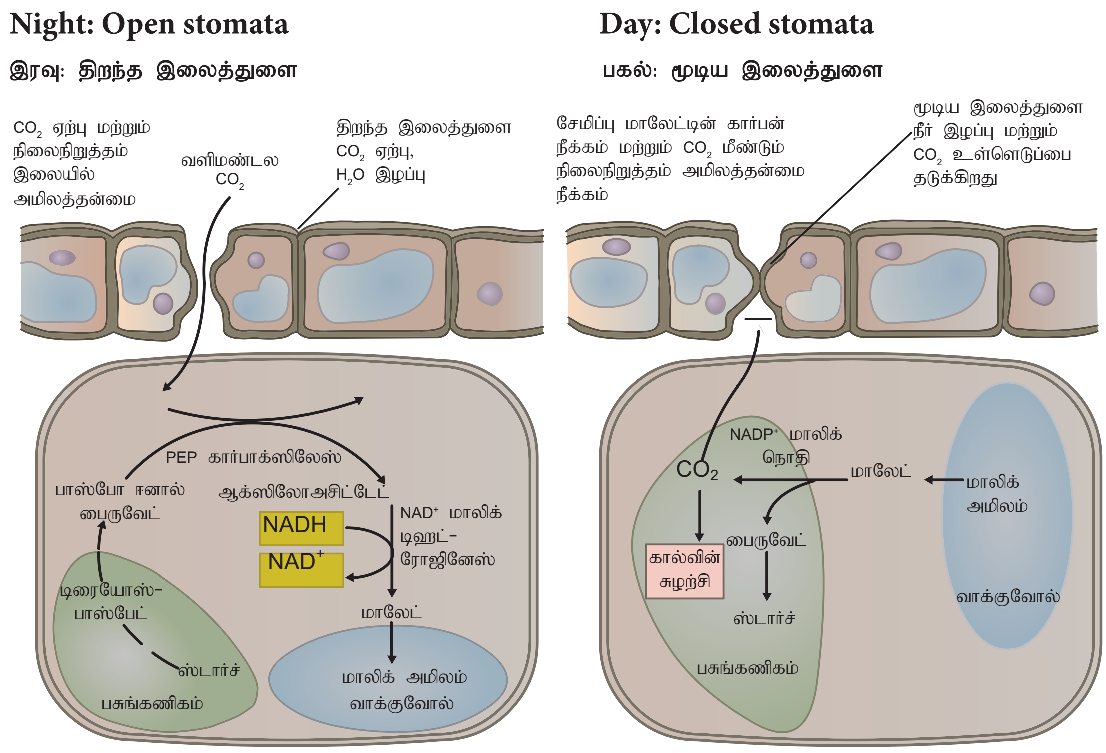
C3 தாவரங்கள் (C3 சுழற்சி) மற்றும் C4 தாவரங்கள் (C4 சுழற்சி) ஆகியவற்றிற் கிடையேயான வேறுபாடுகள் அட்டவணை 13.4 விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.

13.15 CAM சுழற்சி அல்லது கிராசுலேசியன் அமில வளர்சிதைமாற்றம்

வறண்ட அல்லது பகுதி வறட்சி கொண்ட சூழலில் வளரும் சதைப்பற்றுடைய தாவரங்களில் கண்டறியப்பட்ட ஒரு குறிப்பிட்ட வகை கார்பன் வழித்தடம் இதுவாகும். இவ்வழித்தடம் கிராசுலேசியன் குடும்பத்தைச் சார்ந்த **பிரையோஃபில்லம், செடம், கலான்சோ** (*Bryophyllum, Sedum* and *Kalanchoe*) போன்ற தாவரங்களில் முதலில் கண்டறியப்பட்டது எனவே இப்பெயரைப் பெற்றது. இச்சுழற்சி **அகேவ், ஒப்பன்ஷியா, பைன்ஆப்பிள், ஆர்க்கிடுகள்** போன்ற பிற குடும்பத் தாவரவங்களிலும் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

இத்தாவரங்களின் இலைத்துளையானது பகலில் மூடியும் இரவில் திறந்தும் காணப்படும். இவ்வகை இலைத்துளைகள் **ஸ்கோடோஆக்டிவ்**(Scotoactive) இலைத்துளைகள் எனப்படுகின்றன. இந்த வகை **தலைகீழ் இலைத்துளை இயக்க லயம்** நீராவிப் போக்கின் மூலம் நடைபெறும் நீர் இழப்பையும் மற்றும் பகல் நேரத்தில் நடைபெறும் CO_2 நிலைநிறுத்தத்தையும் தடுக்க உதவுகிறது. CAM தாவரங்கள் இரவில் கார்பன்டை ஆக்ஸைடைப் பாஸ்போ ஈனால்பைருவிக் அமிலத்தின் (PEP) உதவியால் நிலைநிறுத்தம் செய்து ஆக்ஸலோ அசிட்டிக் அமிலம் (OAA) உருவாகிறது. இதனைத் தொடர்ந்து C4 சூழற்சியை போன்றே OAA வானது மாலிக் அமிலமாக மாறுகிறது. மாலிக் அமிலமானது வாக்குவோல்களில் சேகரிக்கப்பட்டு அமிலத்தன்மையை அதிகரிக்கச்செய்கிறது.

அமிலத் தனைமையின் உயர்வு காரணமாகப் பகல் நேரத்தில் இலைத்துளையானது மூடுகிறது. இதற்கு மாறாக இரவுப்பொழுதில் மாலிக் அமிலமானது கார்பன்நீக்கமடைந்து பைருவிக் அமிலமாக மாறுவதால் அமிலத்தன்மை குறைகிறது. இவ்வினையில் உருவான CO2 கால்வின் சுழற்சியில் நுழைந்து கார்போஹைட்ரேட்டுகளை உருவாக்குகிறது. அத்துடன் இலைத்துளைகள் திறக்கின்றன. (படம் 13.21).



படம் 13.21 CAM சுழற்சி

CAM சுழற்சியின் முக்கியத்துவம்

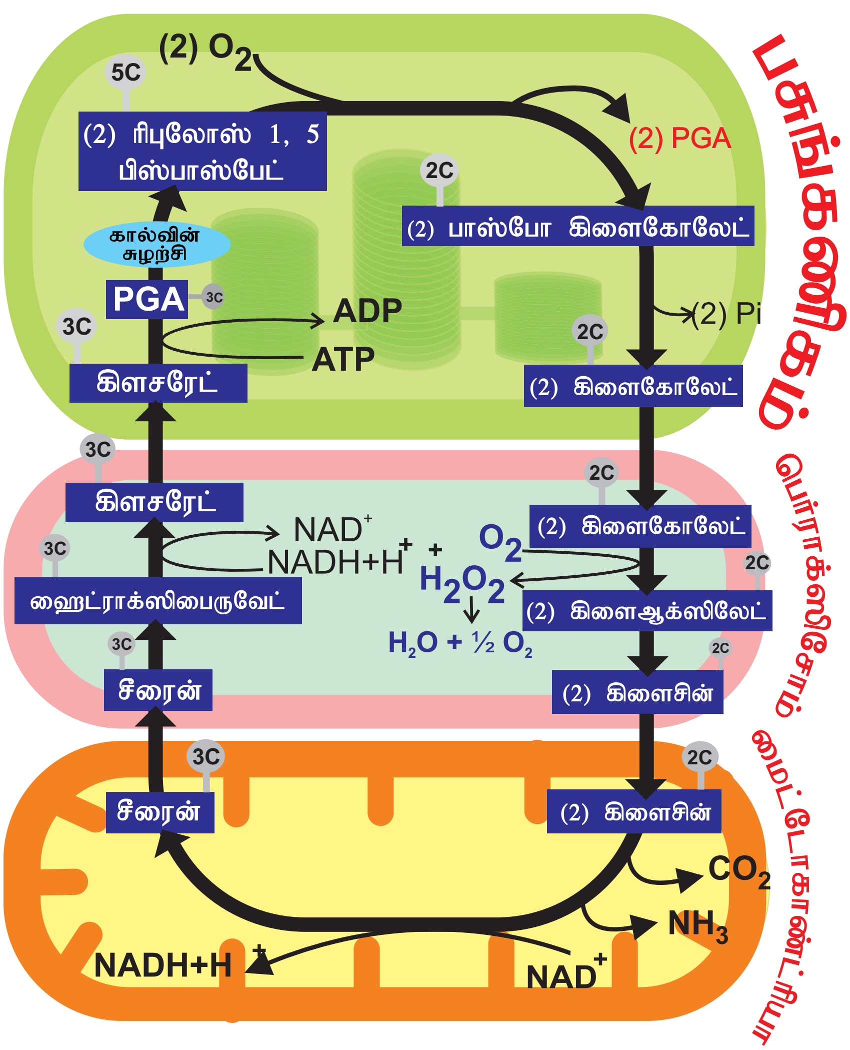
1. சதைப்பற்றுள்ள தாவரங்களில் இலைத்துளை மூடிஇருக்கும் போது மாலிக் அமிலத்திலிருந்து CO2 பெறுவது சாதகமானது.
2. பகல் நேரத்தில் இலைத்துளை மூடியுள்ளது. CO2 எடுத்துக்கொள்வதில்லை. ஆனாலும் தாவரங்கள் ஒளிச்சேர்க்கையைத் தொடர்கிறது.
3. பகல் நேரத்தில் இலைத்துளை மூடியிருப்பதால் நீராவிபோக்கினால் ஏற்படும் நீர் இழப்பு தவிர்க்கப்படுகிறது.

13.16 ஒளிச்சுவாசம் அல்லது C_2 சுழற்சி அல்லது ஒளிச்சேர்க்கையின் கார்பன் ஆக்ஸிஜனேற்ற சுழற்சி (PCO)

சுவாசித்தல் என்பது தாவரங்கள் உட்பட அனைத்து உயிரினங்களுக்குமான ஒரு தொடர் நிகழ்வாகும். சில தாவரங்களில் சுவாசித்தல் விகிதமானது ஒளியின் போது அதிகமாகவும் இருளின் போது குறைவாகவும் இருப்பதை **டெக்கர்** (Decker – 1959) என்பவர் கண்டறிந்தார்.

ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறும் செல்களில் CO_2 இல்லாதபோது மற்றும் O_2 அதிகரிக்கும் போது நடைபெறும் அதிகப்படியான சுவாசம் **ஒளிச்சுவாசம்** எனப்படுகிறது. C_2 சுழற்சியின்போது RUBISCO-வின் கார்பாக்சிலேஸ் செயல் ஆக்ஸிஜினேஸ் செயலாக மாறுகிறது. C_2 சுழற்சியானது **பசுங்கணிகம், பெர்ராக்ஸிசோம்** மற்றும் **மைட்டோகாண்டரியம்** என மூன்று செல் நுண்உறுப்புகளில் நடைபெறுகிறது. பசுங்கணிகத்தில் RUBP யானது 2C-பாஸ்போகிளைக்கோலேட் மற்றும் பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலமாக மாறுகிறது. இதற்கு **RUBISCO நொதி** பயன்படுகிறது. இவ்வினையில் முதலில் உருவாகும் பொருள் 2C பொருளாக இருப்பதால் இச்சுழற்சிக்கு **C_2 சுழற்சி** என்று பெயர் (படம் 13.22).

பாஸ்போ கிளைக்கோலேட் பாஸ்பேட்டை



படம் 13.22 ஒளிச் சுவாசம்

இழந்து கிளைக்கோலேட்டாகிறது. பசுங்கணிகத்தில் உருவான கிளைக்கோலேட்டானது பெர்ராக்ஸிசோமில் நுழைந்து H2O2 உடன் இணைந்து கிளைசினாக மாறி மைட்டோகாண்டரியத்திற்கு கடத்தப்படுகிறது. மைட்டோகாண்டரியத்தில் இரு மூலக்கூறு கிளைசின் இணைந்து சீரைனாக மாற்றமடைகிறது. சீரைன் பொராக்ஸிசோமில் நுழைந்து ஹைட்ராக்ஸிபைருவேட்டாகிறது. ஹைட்ராக்ஸிபைருவேட்டானது $NADH+H^+$ உதவியுடன் கிளிசரிக் அமிலமாகிறது. பின் இது பசுங்கணிகத்திற்கு திரும்பி ATPயை பயன்படுத்தி பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலமாக (PGA) மீண்டும் மாறுகிறது. PGA பின்னர் கால்வின் சுழற்சியில் நுழைகிறது. ஒளிசுவாசமானது ATP போன்ற எந்த ஒரு தனி ஆற்றலையும் உற்பத்தி செய்வதில்லை. சில குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைகளில் ஒளிச்சேர்க்கையின் ஒட்டுமொத்த ஆற்றலில் 50% ஒளிச் சுவாசத்தின் போது இழக்கப்படுகிறது.

13.16.1 ஒளிச் சுவாசத்தின் முக்கியத்துவம்

1. ஒளிச் சுவாசத்தின் போது உருவாகும் கிளைசின் மற்றும் சீரைன் ஆகியவை குளோரோஃபில், புரதங்கள், நியுக்ளியோடைடுகள் போன்ற உயிர்மூலக்கூறுகளை உருவாக்கும் முன்னோடிப் பொருளாகச் செயல்படுகிறது.
2. ஒளிவேதிவினையின்போது அதிகமாக உற்பத்தி செய்யப்பட்ட ஆற்றல் கூறாகிய $NADH + H^+$ –யை பயன்படுத்திக்கொள்கிறது.
3. கிளைக்கோலேட் செல்களை ஆக்ஸிஜனேற்ற சிதைவிலிருந்து பாதுகாக்கிறது.

13.16.2. கார்பன் டைஆக்ஸைடு ஈடுசெய்யும் புள்ளி:

ஒளிச்சேர்க்கை வீதமானது எப்பொழுது சுவாச வீதத்தை சமநிலை செய்கிறதோ

அட்டவணை 13.5 ஒளிசுவாசம் மற்றும் இருள்சுவாசம் வேறுபாடுகள்

ஒளிச்சுவாசம்	இருள் சுவாசம்
1. பச்சையம் பெற்ற ஒளிச்சேர்க்கை செல்களில் நடைபெறுகிறது.	1. அனைத்து உயிருள்ள செல்களிலும் நடைபெறுகிறது.
2. ஒளி இருக்கும் போது மட்டும் நடைபெறும்.	2. தொடர்ச்சியாக எப்பொழுதும் நடைபெறும்.
3. பசுங்கணிகம், பெர்ராக்ஸிசோம்கள் மற்றும் மைட்டோகாண்டீரியங்கள் இதில் பங்குபெறுகின்றன.	3. மைட்டோகாண்டீரியங்களில் மட்டுமே நடைபெறுகிறது.
4. கிளைக்கோலைசிஸ், கிரெப் சுழற்சி மற்றும் ETS நடைபெறுவது இல்லை.	4. கிளைக்கோலைசிஸ், கிரெப் சுழற்சி மற்றும் ETS நடைபெறுகிறது.
5. கிளைக்கோலிக் அமிலம் இதற்கான தளப்பொருளாக உள்ளது.	5. கார்போஹைட்ரேட், புரதங்கள் மற்றும் லிப்பிடுகள் ஆகியவை இதற்கான தளப்பொருள்களாக உள்ளன.
6. உயிர் வாழ்க்கைக்கு இது தேவையான நிகழ்வு அல்ல.	6. உயிர் வாழ்விற்கு அவசியமான ஒன்று.
7. பாஸ்பரிகரணம் மற்றும் ATP உற்பத்தி ஆகியவை நிகழ்வதில்லை.	7. பாஸ்பரிகரணம் மூலம் ATP உற்பத்தியாகிறது.
8. NADH2 ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்து NAD+ ஆக மாறுகிது.	8. NAD+ ஒடுக்கமடைந்து NADH2 உருவாகிறது.
9. ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு உற்பத்தியாகிறது.	9. ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு உற்பத்தி யாவதில்லை.
10. இறுதி விளைபொருட்கள் PGA மற்றும் CO2.	10. இறுதி விளைபொருட்கள் நீர் மற்றும் CO2.

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 142 05-07-2018 12:35:09

அதன்பின்னர் ஆக்ஸிஜன் மற்றும் கார்பன் டைஆக்ஸைடு பரிமாற்றம் நடைபெறுவதில்லை. இச்சமநிலையின்போது சுவாசச் செயலின்போது உருவாகும் ஒளிச்சேர்க்கையின் தேவையை ஈடு செய்வதாக உள்ளது. குறிப்பிட்ட ஒளிச்செறிவின்போதும் இது நிகழ்கிறது. இச்செறிவில் வாயு பரிமாற்றம் பூஜ்ஜிய நிலையை அடைகிறது. ஒளியானது கட்டுபடுத்தும் காரணியாக இல்லாத போதும் மற்றும் வளிமண்டல CO2 செறிவு 50 முதல் 100 ppm உள்ளபோது நிகர பரிமாற்றம் பூஜ்ஜியத்தை அடைகிறது.

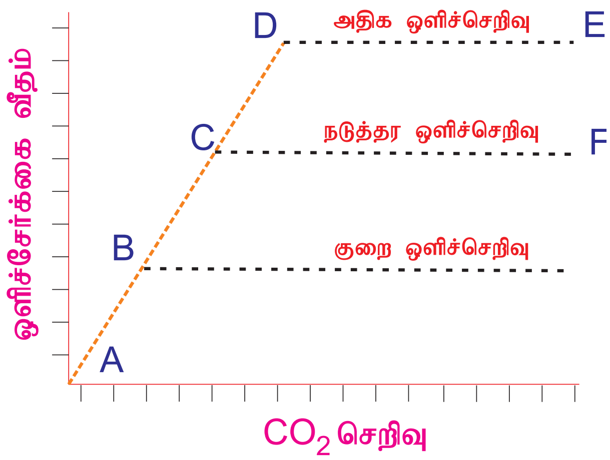
13.17 ஒளிச்சேர்க்கையை பாதிக்கும் காரணிகள்

1860 ஆம் ஆண்டு **சாக்ஸ்**, ஒளிச்சேர்க்கையை கட்டுப்படுத்தக் கூடிய காரணிகளை மூன்று இலக்கு மிகுநுட்ப கோட்பாட்டின் மூலம் விவரித்தார். அவை முறையே குறைந்தபட்ச நிலை, உகந்த நிலை, அதிகபட்ச நிலை.

1905 ஆம் ஆண்டு **பிளாக்மன்** ஒளிச்சேர்க்கையை கட்டுப்படுத்த கூடிய சிறிய காரணிகள்களின் முக்கியத்துவத்தை கூறினார். இதுவே **பிளாக்மேனின் வரம்பிடு காரணி** விதியானது. இது **லீபிக்** அவர்களின் குறைந்த பட்ச விதியினை அடிப்படையாக கொண்டது. பிளாக்மேன் கருத்தின்படி, "ஒரு செயலின் வேகத்தை கட்டுப்படுத்தக்கூடிய பல்வேறு தனித்த காரணிகள் இருப்பினும் அதன் செயல் வீதத்தை கட்டுப்படுத்தக்கூடியதாக இருப்பது குறைந்தபட்ச காரணியேயாகும் .

இதனை எளிதாக கூறவேண்டுமெனில் ஒளிச்சேர்க்கைக்கு தேவையான அவசியமான காரணிகளில் குறைவாக காணப்படும் காரணியே எந்த ஒரு நேரத்திலும் ஒளிச்சேர்க்கை வீதத்தை கட்டுப்படுத்துவதாக உள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக தேவையான அளவு ஒளிச்செறிவு உள்ளபோதும் வளிமண்டல CO2 அளவு குறைவாக இருந்தால் ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் குறையும். இங்கு கார்பன் டைஆக்ஸைடு வரம்பிடு காரணியாக செயல்படுகிறது. CO2 அளவு உயரும்போது ஒளிச்சேர்க்கை வீதமும் அதிகரிக்கிறது. மேலும் ஒளிச்செறிவின் அளவும் சராசரியாக உயர்த்தபடும்போது மட்டும் தான் ஒளிச்சேர்க்கை அதிகரிக்கிறது (படம் 13.23).

ஒளிச்சேர்க்கையை கட்டுப்படுத்தும்



படம் 13.23 பிளாக்மேன் வரம்பிடு காரணிகள் விதி

காரணிகளை வெளிப்புற காரணிகள் அல்லது சுற்றுச்சூழல் காரணிகள் மற்றும் அகக்காரணிகள் என வகைப்படுத்தி அறியலாம்.

I வெளிப்புற காரணிகள்: ஒளி, கார்பன் டைஆக்ஸைடு, வெப்பநிலை, நீர், கனிமங்கள் மற்றும் மாசுக்கள்.

II அகக் காரணிகள்: நிறமிகள், புரோட்டாபிளாசம், கார்போ ஹைட்ரேட்டுகளின் குவிப்பு, இலையின் உள்ளமைப்பு மற்றும் ஹார்மோன்கள்.

13.17.1 வெளிப்புற காரணிகள்:

1. ஒளி

ஒளிச்சேர்க்கைக்கு தேவையான ஆற்றல் ஒளியிலிருந்தே பெறப்படுகிறது. நீரின் ஒளி ஆக்ஸிஜனேற்ற வினை மற்றும் நிறமி மூலக்கூறுகள் தூண்டப்படுதல் ஆகியவை ஒளியால் நேரடியாக கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. ஒளியானது கார்பன் டைஆக்ஸைடு பரவலை இலைத்துளை இயக்கத்தின் மூலம் மறைமுகமாக கட்டுப்படுத்துகிறது.

அ) ஒளிச்செறிவு

ஒளிச்செறிவானது ஒளிச்சேர்க்கை வீதத்துடன் நேரடி தொடர்புடையது. செறிவு குறையும் போது ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் குறைவாகவும், செறிவு அதிகரிக்கும்போது அதிகரிக்கவும் செய்கிறது. ஆனால் இது பல்வேறு சூழல்களில் வாழும் தாவரங்களுக்கு ஏற்ப மாறுபடுகிறது. **நிழல் விரும்பும்** (Sciophytes– ஆக்ஸாலிஸ்) தாவரங்களைவிட **ஒளிவிரும்பும்** (Heliophytes–அவரை) தாவரங்களுக்கு அதிக ஒளிச்செறிவு தேவைப்படுகிறது.

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 143 05-07-2018 12:35:09

ஆ) ஒளியின் அளவு:

அதிக ஒளிக்காலம் தேவைப்படும் தாவரங்களில் (நீள் நாள் தாவரங்கள்) ஒளிச்சேர்க்கை வீதமானது அதிகமாக காணப்படுகிறது.

இ) ஒளியின் தரம்:

ஒளியின் பல்வேறு வகை அலைநீளங்கள் ஒளிச்சேர்க்கை வீதத்தை பாதிக்கிறது. ஏனெனில் நிறமி அமைப்பானது அனைத்து ஒளி அலைகளையும் ஒரேபோல் ஈர்ப்பதில்லை. நீலம் மற்றும் சிவப்பு ஒளியில் ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் அதிகமாககாணப்படுகிறது.ஒளிச்சேர்க்கைக்கான **செயல்திறன் கதிர்வீச்சான (PAR) 400 முதல் 700 nm** இடைப்பட்ட ஒளி அலைநீளத்தில் ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் அதிக மாக இருப்பது குறிபிடத்தக்கது அதிகபட்ச ஒளிச்சேர்க்கை சிவப்பு ஒளியிலும் குறைந்தபட்ச ஒளிச்சேர்க்கையானது பச்சை ஒளியிலும் நிகழ்கின்றன.

2. கார்பன் டைஆக்ஸைடு

வளிமண்டலத்தில் CO_2 வின் அளவானது 0.3% மட்டுமே இருப்பினும் இது முக்கிய பங்காற்றுகிறது. CO_2 வின் செறிவு அதிகரிக்கும்போது ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் அதிகரிக்கிறது (வளிமண்டல CO_2 செறிவு 330 ppm). CO_2 செறிவானது 500 ppm விட அதிகரிக்கும்போது ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் பாதிக்கப்பட்டு தடுப்பு விளைவுகள் (Inhibitory effect) தோன்றுகின்றன. (படம் 13.24).

3. ஆக்ஸிஜன்

ஆக்ஸிஜன் செறிவு அதிகரிக்கும்போது ஒளிச்சேர்க்கை வீதமானது குறைகிறது. இத்தகைய தடுப்பு விளைவினை வார்பர்க் (Warburg 1920) முதன் முதலில் குளோரேல்லா எனும் ஆல்காவினை பயன்படுத்தி கண்டறிந்தார்.

4. வெப்பநிலை

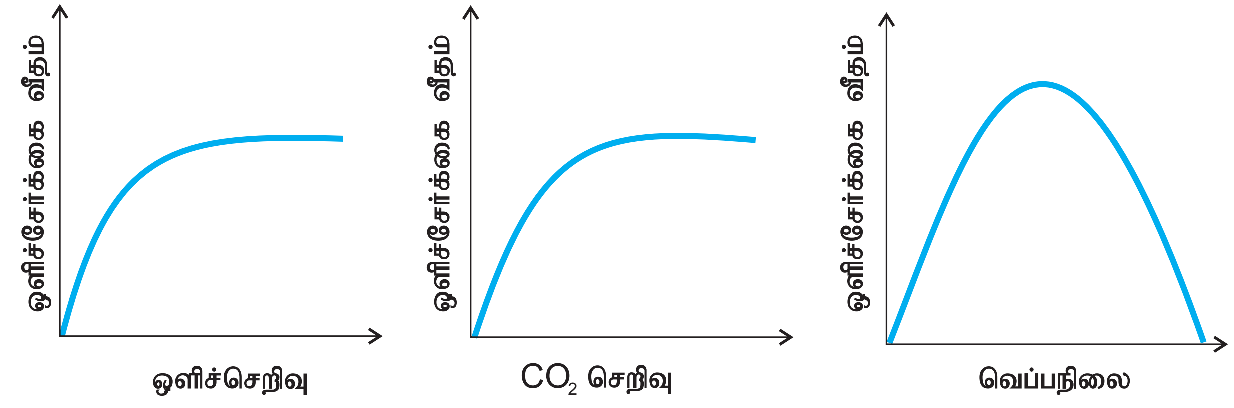
ஒளிச்சேர்க்கைக்கான உகந்த வெப்பநிலையானது ஒவ்வொரு தாவரத்திற்கும் வேறுபடுகிறது. வெப்பநிலையானது எல்லா இடங்களிலும் எப்போதும் ஒரே அளவில் இருப்பதில்லை. பொதுவாக ஒளிச்சேர்க்கைக்கான உகந்த வெப்பநிலையாக 25° முதல் 35° C உள்ளது. இது அனைத்து தாவரங்களுக்கும் பொருந்துவதில்லை. சப்பாத்திகள்ளி (Opuntia) போன்ற தாவரங்களில் 55° C, லைக்கன்களில் 20° C, வெந்நீர் ஊற்றுகளில் வளரும் ஆல்காக்களில் 75° C வெப்பநிலை ஒளிச்சேர்க்கைக்கு உகந்த வெப்பநிலையாக உள்ளது. மிக அதிக வெப்பநிலை அல்லது குறைந்த வெப்பநிலை இலைத்துளையை மூடச்செயவதோடல்லாமல் ஒளிச்சேர்க்கைக்கு தேவையான நொதிகளின் செயல்பாட்டையும் தடுக்கிறது (படம் 13.24).

5. நீர்

ஒளியின் நீராற்பகுப்பு NADP+ ஒடுக்குவதற்கு தேவையான எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் புரோட்டான்களை தருகிறது. மறைமுகமாக இலைத்துளை இயக்கம் மற்றும் புரோட்டாபிளாசத்தின் ஹைட்ரஜன் செறிவையும் கட்டுப்படுத்துகிறது. நீர் நெருக்கடியின் போது $NADPH + H^+$ வழங்கப்படுவதை பாதிக்கிறது.

6. கனிமங்கள்

குறிப்பிட்ட சில கனிமங்களில் பற்றாக்குறைகள் ஒளிச்சேர்க்கையை பாதிக்கிறது. எடுத்துக்காட்டு: குளோரோஃபில் உற்பத்திக்கு காரணமான கனிமங்களை (Mg, Fe மற்றும் N),



படம் 13.24 ஒளிச்சேர்க்கையை பாதிக்கும் காரணிகள்

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 144 05-07-2018 12:35:09

பாஸ்பரிகரணவினைகள் (P), ஒளியின் நீராற்பகுப்பு (Mn மற்றும் Cl) பிளாஸ்டோசயனின் உற்பத்தி (Cu) மற்றும் பல.

7. காற்று மாசுபடுத்திகள்

மாசுபடுத்திகளான SO_2, NO_2, O_3 (Ozone) மற்றும் பனிப்புகை ஒளிச்சேர்க்கை வீதத்தை பாதிக்கிறது.

13.17.2 அகக்காரணிகள்:

1. ஒளிச்சேர்க்கை நிறமிகள்

ஒளிச்சேர்க்கைக்கான மிகமுக்கிய காரணிகளாக நிறமிகள் உள்ளன. இவை மிக குறைவான அளவில் இருப்பினும் ஒளிச்சேர்க்கை நடத்த போதுமானதாக உள்ளது.

2. புரோட்டாபிளாச காரணிகள்

ஒளிச்சேர்க்கைக்கு ஹைட்ரஜன் செறிவூட்டப்பட்ட புரோட்டோபிளாசம் அவசியம். புரோட்டாபிளாசத்தில் காணப்படும் ஒளிச்சேர்க்கைக்கு தேவையான நொதிகளும் இதில் அடங்கும் முக்கிய காரணியாகும்.

3. கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் குவிப்பு

ஒளிச்சேர்க்கை விளைபொருளான கார்போஹைட்ரேட்டுகள் செல்களில் குவிக்கப்படுகிறது. அத்துடன் கார்போஹைட்ரேட்டுகள் கடத்தப்படுதல் வீதம் குறையுமானால் ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் பாதிக்கப்படுகிறது.

4. இலையின் உள்ளமைப்பு

புறத்தோல் மற்றும் கியூட்டிகிளின் தடிமன், இலைத்துளையின் பரவல், கிரான்ஸ் உள்ளமைப்பு மற்றும் ஒளிச்சேர்க்கை செல்களின் சமவிகிதம் போன்றவை ஒளிச்சேர்க்கையை பாதிக்கின்றன.

5. ஹார்மோன்கள்

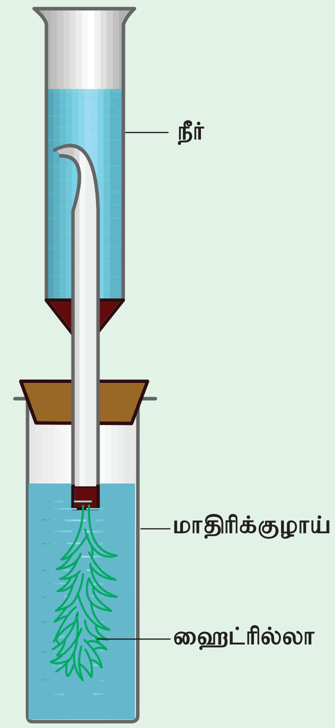
ஜிப்ரெலின் மற்றும் சைட்டோகைனின் ஹார்மோன்கள் ஒளிச்சேர்க்கை வீதத்தை அதிகரிக்க செய்கின்றன.

13.18 பாக்டீரியங்களின் ஒளிச்சேர்க்கை

பொதுவாக நாம் பாக்டீரியங்களில் நடைபெறும் ஒளிச்சேர்க்கையை கடைசி பகுதியாக படித்தாலும் இதுவே முதலில் உருவான மற்றும் பரிணாமத்தில் முதன்மையான ஒளிச்சேர்க்கையாகும். பாக்டீரியங்களில் பசுங்கணிகம் போன்ற சிறப்பான அமைப்புகள் இல்லை. இதில் எளிய வகை

வில்மாட்ஸ் குமிழியை பயன்படுத்தி ஒளிச்சேர்க்கை வீதத்தை கண்டறிதல்.

வில்மாட்டின் குமிழி உண்டாக்கும் குழல் கண்ணாடி சீசா ஒன்றின் அகன்ற வாய் பகுதியில் உள்ள ஒருதுளை அடைப்பானின் துளையில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இக்குழலில் அடிப்புறம் உள்ள கண்ணாடி குழாய் வழியே ஒரு ஹைட்ரில்லா தாவரம் பொருத்தப்படுகிறது. கண்ணாடி குழாயின் மேல் பக்கம் குமிழ் உண்டாக்கும் குறுகிய வளைந்த நுனி காணப்படுகிறது. இக்குழல் நீருடன் கூடிய முகவையுடன் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. (படம் 13.25).



படம் 13.25 வில்மாட்ஸ் குமிழி

1. முகவையில் நீரை நிரப்பி கீழ் உள்ள குழலில் முனைப்பகுயியில் ஹைட்ரில்லா தாவரத்தை பொருத்துக.
2. ஹைட்ரில்லா தாவரத்தை சீசாவின் நீருக்குள் மூழ்கியிருக்கமாறு பொருத்துக. இதன் மூலம் காற்றுகுமிழ்கள் உள்ளே செல்லாமல் தடுக்கப்படுகின்றது.
3. குமிழ் உண்டாக்கும் குழலினை நீர் கொள்கலனுடன் பொருத்தவும்.
4. இந்த அமைப்பினை சூரியஒளி படும்படி வைக்கவும்.
5. நீர்குமிழ்கள் சீரான அளவில் வெளிப்படும்போது அவற்றைக் கணக்கிடவும்.

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 145 05-07-2018 12:35:09

ஒளிச்சேர்க்கை அமைப்புகளாக **குளோரோசோம்கள்** மற்றும் **குரோமேட்டோஃபோர்கள்** உள்ளன (அட்டவணை 13.6).

பாக்டீரியங்கள் ஒளிச்சேர்க்கையின்போது ஆக்ஸிஜனுக்கு பதிலாக சல்ஃபர் வெளியேற்றப்படுவதை **வான் நீல்** (Van Neil–1930) என்பவர் கண்டறிந்தார். இதில் எலக்ட்ரான் கொடையாளியாக ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு (H_2S) செயல்படுகிறது. பாக்டீரிய ஒளிச்சேர்க்கையானது நிறமி அமைப்பு I (PS I)–னை மட்டும் பெற்றுள்ளது. மேலும் இதில் வினை மையமாக P870 செயல்படுகிறது. பாக்டீரியங்களில் காணப்படும் ஒளிச்சேர்க்கை நிறமிகளாக பாக்டீரிய குளோரோஃபில் a, b, c, d, e, g மற்றும் கரோட்டீனாய்டுகள் உள்ளது. ஒளிச்சேர்க்கை பாக்டீரியங்கள் மூன்று பிரிவுகளாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

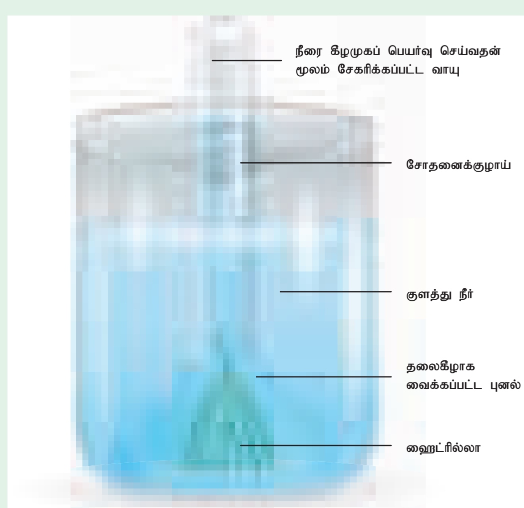
அட்டவணை 13.6 தாவர ஒளிச்சேர்க்கை மற்றும் பாக்டீரிய ஒளிச்சேர்க்கை வேறுபாடுகள்

தாவர ஒளிச்சேர்க்கை	பாக்டீரிய ஒளிச்சேர்க்கை
1. சுழல் மற்றும் சுழலா ஒளிபாஸ்பரிகரணம் நடைபெறுகிறது.	1. சுழல் ஒளிபாஸ்பரிகரணம் மட்டும் நடைபெறுகிறது.
2. நிறமி அமைப்பு I மற்றும் II பங்குபெறுகிறது.	2. நிறமி அமைப்பு I மட்டும் பங்குபெறுகிறது.
3. எலக்ட்ரான் கொடையாளி நீர்.	3. எலக்ட்ரான் கொடையாளி H2S
4. ஆக்ஸிஜன் உருவாகிறது.	4. ஆக்ஸிஜன் உருவாவதில்லை.
5. வினைமையம் P700 மற்றும் P680	5. வினைமையம்P870
6. ஒடுக்கும் காரணி NADPH + H^+	6. ஒடுக்கும் காரணி NADH + H^+
7. PAR 400 முதல் 700 nm	7. PAR 700 nm க்கு அதிகம்.
8. குளோரோஃபில், கரோட்டீனாய்டு மற்றும் சாந்தோஃபில் நிறமிகள்.	8. பாக்டீரிய குளோரோஃபில் மற்றும் பாக்டீரிய விரிடின்.
9. ஒளிச்சேர்க்கை அமைப்பு – பசுங்கணிகம்	9. குளோரோசோம் மற்றும் குரோமட்டோபோர்.

ஆய்வுக்குழல் புனல் ஆய்வு (Test tube funnel experiment) அல்லது ஒளிச்சேர்க்கையின்போது ஆக்ஸிஜன் வெளியிடப்படுகிறது என்பதனை நிரூபிக்கும் சோதனை.

1. ஹைட்ரில்லா தாவரத்தை நீருக்கு அடியில் வெட்டி முகவையின் அடியில் வைக்கவும்.
2. அதன் மீது ஒரு புனலை தலைகீழாக பொருத்தவும்.
3. புனலின் மீது நீர் கொண்ட சோதனை குழாயினை தலைகீழாக பொருத்தவும்.
4. இந்த அமைப்பினை சூரிய ஒளி படும்படி வைக்கவும்.

உற்றுநோக்களை குறிப்பெடுத்துக் கொள்க (படம் 13.26)



படம் 13.26 ஆய்வு குழல் புனல் ஆய்வு

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 146 05-07-2018 12:35:10

1. பசுங்கந்தக பாக்டீரியங்கள்

எடுத்துக்காட்டு: குளோரோபியம் மற்றும் குளோரோ பாக்டீரியம்.

2. ஊதா கந்தக பாக்டீரியங்கள்

எடுத்துக்காட்டு: தயோ ஸ்பைரில்லம் மற்றும் குரோமேஷியம்.

3. ஊதா கந்தகம் அல்லாத பாக்டீரியங்கள்

எடுத்துக்காட்டு: ரோடோ சூடோமோனாஸ் மற்றும் ரோடோ ஸ்பைரில்லம்.

பாடச்சுருக்கம்

ஒளிச்சேர்க்கை என்பது ஒரு ஆக்ஸிஜனேற்ற மற்றும் ஒடுக்க வினை. இதில் இரு நிலைகள் உள்ளன. ஒளிவினை மற்றும் இருள் வினை. ஒளிவினையின் போது நீரானது ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்து ஆக்ஸிஜனாக வெளியேற்றப்படுகிறது. இருள் வினையின் போது CO2 ஒடுக்கமடைந்து கார்போஹைட்ரேட்டுகளாக மாறுகிறது. ஒளி ஆற்றலை நிறமி அமைப்பு I மற்றும் நிறமி அமைப்பு II ஈர்த்து பிணைக்கிறது. P700 மற்றும் P680 முறையே PS I மற்றும் PS II விற்கு வினை மையமாக செயல்படுகிறது. நீர்மூலக்கூறு பிளக்கப்படும்போது (ஒளியின் நிராற்பகுப்பு) எலக்ட்ரான்கள், புரோட்டான்கள் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் உருவாகிறது. சுழல் மற்றும் சுழலா ஒளிபாஸ்பரிகரண நிகழ்வின் மூலம் ஆற்றல் மூலக்கூறுகள் மற்றும் ஒடுக்கும் ஆற்றலை உற்பத்தி செய்கிறது. இருள் வினை அல்லது உயிர்ம உற்பத்தி நிலையானது ஒளிவினையின் போது உருவான விளை பொருட்களை (ATP மற்றும் NADPH + H^+) பயன்படுத்தி கார்பன் டைஆக்ஸைடை கார்போஹைட்ரேட்டுகளாக ஒடுக்கமடைய செய்கிறது. C_3 சுழற்சியின் கார்பன் வழித்தடத்தில் RUBP ஏற்கும் பொருளாக செயல்பட்டு PGA (3C) முதல் விளை பொருளாக பெறப்படுகிறது. C_4 தாவரங்களின் கார்பன் வழிதடத்தில் இலையிடை திசு மற்றும் கற்றை உறை பங்குபெறுகிறது. கிரான்ஸ் உள்ளமைப்பு, இருவடிவ பசுங்கணிகம், ஒளிச்சுவாசம் நிகழாமை, ஏற்பி மூலக்கூறு PEP மற்றும் முதல் விளைபொருள் OAA (4C) ஆகியவை C_4 சுழற்சியின் தனித்த பண்புகளாக உள்ளது. C_2 சுழற்சி அல்லது ஒளிச்சுவாசமானது குறைவான CO_2 ஒடுக்கத்திற்கு பயன்படுத்தப்படும் போதும் மற்றும் O_2 அதிகரிக்கும் போதும் நடைபெறுகிறது. இதனால் RUBISCO ஆக்ஸிஜனேசாக செயல்படுகிறது. சதைப்பற்றுள்ள மற்றும் வறண்ட நிலத்தாவரங்கள் தலைகீழ் இலைத்துளை சீரியக்கத்தை காட்டுகிறது. இதன்மூலம் இரவில் இலைத்துளை திறந்தும் பகலில் மூடியும் காணப்படும். மேலும் CAM சுழற்சியை மேற்கொள்கிறது. இரவில் மாலிக் அமிலம் உற்பத்தியாகிறது. பகலில் மாலேட்டானது பைருவேட்டாக மாற்றமடைகிறது. இதனால் உருவாகும் CO_2 ஒடுக்கமடைந்து கார்போஹைட்ரேட்டுகளாக மாறுகிறது. ஒளிச்சேர்க்கையானது வெளிப் புறக்காரணிகள் மற்றும் அகக்காரணிகளால் பாதிக்கப்படுகிறது. பாக்டீரிய ஒளிச்சேர்க்கை பரிணாமத்தில் முன்னோடி வகை ஒளிச்சேர்க்கையாகும். இதில் நிறமி அமைப்பு I (PS I) மட்டுமே காணப்படுகிறது.

மதிப்பீடு

LBL4IZ

1. கூற்று (A): தைலக்காய்டுகளின் உள் இடைவெளியில் அதிகரிக்கும் புரோட்டான் செறிவானது ATP உற்பத்திக்கு காரணமாக உள்ளது.

   காரணங்கள் (R): PSI-இல் காணப்படும் ஆக்ஸிஜன் வெளியேற்றம் கூட்டமைப்பு தைலகாய்டு உறையின் மீது ஸ்ட்ரோமாவை நோக்கி காணப்படுவதுடன் H^+ அயனிகளை வெளியேற்றுகிறது.

   அ) கூற்று மற்றும் காரணங்கள் சரி

   ஆ) கூற்று சரி, காரணங்கள் தவறு

   இ) கூற்று தவறு, காரணங்கள் சரி

   ஈ) கூற்று, காரணங்கள் இரண்டும் தவறு

2. எவ்வகை பச்சையத்தில் பைட்டால் வால்பகுதி காணப்படுவதில்லை.

   (அ) பச்சையம் a (ஆ) பச்சையம் b

   (இ) பச்சையம் c (ஈ) பச்சையம் d

3. ஒளி வினையில் எலக்ட்ரான் ஓட்டத்தின் சரியான வரிசைமுறை.

   அ) PS II, பிளாஸ்டோகுயினோன், சைட்டோகுரோம், PS I, பெர்ரிடாக்ஸின்

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 147 05-07-2018 12:35:10

ஆ) PS I, பிளாஸ்டோகுயினோன், சைட்டோகுரோம், PS II, பெர்ரிடாக்ஸின்

இ) PS II, பெர்ரிடாக்ஸின், பிளாஸ்டோகுயினோன், சைட்டோகுரோம், PS I

ஈ) PS I, பிளாஸ்டோகுயினோன், சைட்டோகுரோம், PS II, பெர்ரிடாக்ஸின்

4. C3 சுழற்சியில் நுழையும் ஒவ்வொரு CO_2 மூலக்கூறுகளுக்கும் தேவைப்படும் ATP மற்றும் NADPH எண்ணிக்கை

(அ) 2 ATP + 2 NADPH

(ஆ) 2 ATP + 3 NADPH

(இ) 3 ATP + 2 NADPH

(ஈ) 3 ATP + 3 NADPH

5. ஒளிச்சேர்க்கை ஒளிவினையின் சரியான கூற்றினை கண்டறிக.

அ) ஒளியின் நீராற்பகுத்தல் PS I உடன் தொடர்புடையது.

ஆ) PS I மற்றும் PS II ஆகியவை $NADPH + H^+$ உருவாதலில் பங்கு பெறுகிறது.

இ) PS I-ன் வினை மையமான பச்சையம் 'a'-யின் ஒளி ஈர்ப்பு உச்சம் 680 nm ஆகும்.

ஈ) PS II-ன் வினை மையமான பச்சையம் 'a'-யின் ஒளி ஈர்ப்பு உச்சம் 700 nm ஆகும்.

6. ஒரே அளவிலான மற்றும் சம இலை பரப்பு கொண்ட அவரை தாவரத்தை இரு பிரிவுகளாக (அ மற்றும் ஆ) பிரித்து ஒரே நிலையில் வளர்க்கப்படுகிறது. அ பிரிவு தாவரங்களுக்கு 400 முதல் 450 nm அலை நீளமுள்ள ஒளியும், ஆ பிரிவு தாவரங்களுக்கு 500 முதல் 550 nm அலை நீள ஒளியும் வழங்கப்படுகிறது. இரு பிரிவு தாவரங்களின் ஒளிச்சேக்கை வீதத்தை ஒப்பிடுக.

7. ஒரு மரமானது இரவில் ஆக்ஸிஜனை வெளியேற்றுகிறது. இந்த கூற்றினை நீ உண்மை என நம்புகிறாயா? உன் விடையை தகுந்த காரணங்களுடன் நியாயப்படுத்துக.

8. ஒளிச் சுவாசத்தினால் ஏற்படும் இழப்பின் ஈடுகட்ட புற்கள் தவமைப்பு நுட்பத்தினை பெற்றுள்ளன இதன் பெயர் மற்றும் விளக்கத்தினை கூறுக.

9. ஒரு தாவரவியல் வகுப்பில் ஆசிரியர் C4 தாவரங்கள் ஒரு குளுக்கோஸ் உற்பத்திக்கு 30 ATP-களை பயன்படுத்துவதாகவும், C3 தாவரங்கள் 18 ATP-க்களை மட்டுமே பயன்படுத்துவதாகவும் விளக்குகிறார். பின்னர் அதே ஆசிரியர் C4 தாவரங்கள் தான் C3–யை விட சிறந்த தகவமைப்பு பெற்றுள்ளதாக கூறுகிறார். இந்த முரண்பாட்டிற்கான காரணங்களை உன்னால் கூற முடியுமா?

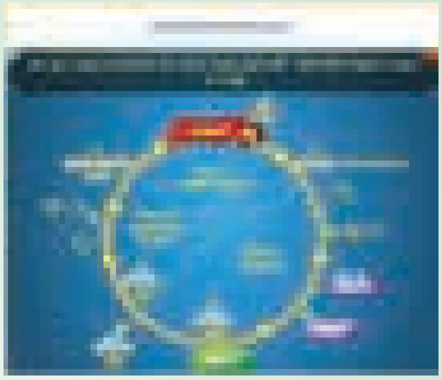
10. அதிகமான ஒளியும், அதிக ஆக்ஸிஜன் செறிவும் காணப்படும் போது எவ்வகை வழித்தடம் தாவரங்களில் நடைபெறும்? காரணங்களை ஆராய்க.

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 148 05-07-2018 12:35:10

இணையச்செயல்பாடு

ஒளிச்சேர்க்கை (Photosynthesis)

ஒளிச்சேர்க்கையைப் பற்றி அறிவோமா!



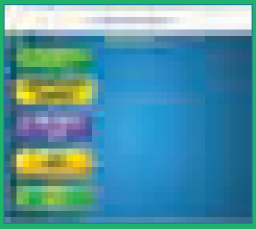
படிகள்:

- QR குறியீட்டை ஸ்கேன் செய்யவும்.
- Start a new game –ஐச் சொடுக்கி ஒரு புதிய செயல்பாட்டைத் தொடங்கவும்.
- Light dependent reaction –னைச் சொடுக்கி அடுத்தடுத்த படிகளைப் பின்பற்றவும்.
- முழுமையாக நிறைவு செய்தபின் மீண்டும் அதே பக்கத்திற்குச் சென்று Calvin cycle Reaction –ஐச் சொடுக்கி படிகளைப் பின்பற்றவும்.

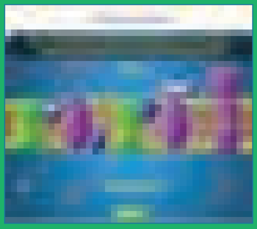
உற்றுநோக்கல்:

- சுழற்சியினை உற்றுநோக்கிக் குறிப்புகளைப் பதிவு செய்யவும்.
- Quiz tap–ஐச் சொடுக்கி குறிப்பெடுத்தவற்றைச் சோதித்துக் கொள்ளவும்.
- உற்று நோக்கிய விவரங்களின் முடிவுகளை இறுதியிடவும்.

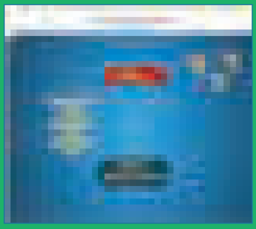
படி1



படி2



படி3



படி4

உரலி:

https://biomanbio.com/HTML5GamesandLabs/PhotoRespgames/photointeractivehtml5page.html

B129_11_BOT_TM

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 149 05-07-2018 12:35:11